

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

БИСТРИЙ ІГОР ГЕННАДІЙОВИЧ

**ПРОЄКТУВАННЯ ПОСТА ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ
МЕХАНІЗМІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ З РОЗРОБКОЮ
КОНТРОЛЬНОГО СТЕНДУ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.38 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Транспорт»**

Особистий підпис – _____ І. Г. Бистрий

Науковий керівник – _____ К.Т.Н., доцент О. О. Ревякіна
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

Зав. кафедри – _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
 «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
 ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
 РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

Декан факультету технологій та
 інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
 щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Бистрий Ігор Геннадійович
 (прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Транспорт»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Ревякіна Ольга Олександрівна, к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Проектування поста діагностування гальмівних механізмів легкових автомобілів з розробкою контрольного стенду
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

№	Заходи	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ **Бистрий І. Г.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  _____ **Ревякіна О. О.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Особливості процесу гальмування автомобіля.....	8
1.2 Типи та функції гальмівних систем легкових автомобілів.....	10
1.3 Класифікація гальмівних механізмів і приводів.....	13
1.4 Конструкція і принцип дії основних гальмівних механізмів легкових автомобілів.....	20
1.5 Особливості обслуговування і ремонту гальмівних механізмів і систем легкових автомобілів.....	29
Висновки по розділу 1.....	35
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	36
2.1 Формування вихідних даних до розрахунку.....	36
2.2 Визначення річного об'єму робіт дільниці.....	37
2.3 Розрахунок кількості працівників дільниці.....	40
2.4 Структура і задачі поста діагностування гальмівних механізмів.....	42
2.5 Підбір обладнання поста діагностування гальмівних механізмів.....	45
2.6 Визначення площі поста діагностування гальмівних механізмів.....	46
Висновки по розділу 2.....	48
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	49
3.1 Види стендів і методи дослідження стану гальмівних механізмів...	49
3.2 Нормативні вимоги до гальмівних механізмів і систем, що діагностуються стендовим методом.....	52
3.3 Конструкція стенду для діагностування гальмівних механізмів.....	55
3.4 Принцип дії стенду для діагностування гальмівних механізмів.....	58
Висновки по розділу 3.....	60
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
4.1 Загальні вимоги охорони праці на дільниці діагностування	

гальмівних механізмів.....	61
4.2 Розрахунок освітлення поста діагностування гальмівних механізмів.....	62
4.3 Вимоги техніки безпеки до персоналу дільниці.....	64
Висновки по розділу 4.....	67
Загальні висновки.....	68
Список використаної літератури.....	70

ВСТУП

Характерною ознакою останнього десятиріччя стало збільшення кількості машин на дорогах та їх середньої швидкості руху, що вимагає підвищення надійності автомобільних гальмівних механізмів і систем. Безпека руху автомобілів з високими швидкостями головним чином визначається саме ефективністю дії гальмівних механізмів, яка залежить від їх конструкції та поточного стану.

Наявність надійних гальм дозволяє збільшити середню швидкість руху, а, отже, і ефективність при експлуатації автомобіля. Гальмівна система служить для зниження швидкості автомобіля, його зупинки і утримання на місці на стоянці, гальмівне управління є найважливішим засобом забезпечення безпеки автомобіля. Від нього вимагається мінімальний гальмівний шлях, збереження стійкості при гальмуванні, стабільність гальмівних властивостей при неодноразових гальмуваннях, мінімальний час спрацьовування гальмівного приводу, мале зусилля на гальмівній педалі, надійність усіх елементів гальмівної системи.

Основні гальмівні механізми повинні мати гарантовану міцність, не повинні виходити з ладу упродовж гарантованого ресурсу, час спрацьовування гальмівного приводу має бути мінімальним, між зусиллям на педаль і приводним моментом має бути пропорційність, про несправність гальмівної системи повинна оповіщати сигналізація. Забезпечення приведених вище вимог здебільшого реалізується в рамках системи технічного обслуговування та поточного ремонту автомобільного транспорту.

На відміну від інших систем автомобіля, вихід яких з ладу призводить до зупинки транспортного засобу, втрата працездатності гальмівною системою часто є причиною дорожньо-транспортних пригод. У зв'язку з цим, організація ефективного діагностування гальмівних механізмів і систем легкових автомобілів в умовах авторемонтного підприємства досить

актуальна на сучасному етапі. Зважаючи на вказану практичну значущість окресленого питання нами було обрано тему випускної кваліфікаційної роботи «Проектування поста діагностування гальмівних механізмів легкових автомобілів з розробкою контрольного стенду».

Мета кваліфікаційної роботи – удосконалення технології діагностування гальмівних механізмів легкових автомобілів на підприємстві автомобільного сервісу.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є технологічний процес діагностування гальмівних механізмів легкових автомобілів. *Предмет* дослідження – вдосконалення технології діагностування гальмівних механізмів легкових автомобілів на підприємстві автомобільного сервісу.

Основними *задачами* під час виконання кваліфікаційної роботи є:

- проаналізувати конструкції гальмівних механізмів легкових автомобілів, вивчити класифікацію гальмівних механізмів та систем;
- визначити основні несправності гальмівних механізмів, особливості їх технічного обслуговування та поточного ремонту;
- виконати технологічний розрахунок поста діагностування гальмівних механізмів легкових автомобілів;
- запропонувати конструкторську розробку контрольного стенду для діагностування гальмівних механізмів легкових автомобілів;
- розглянути питання охорони праці під час виконання з технічного обслуговування та поточного ремонту гальмівних механізмів і систем легкових автомобілів.

Кваліфікаційна робота викладена на 72 сторінках, вона містить 9 таблиць і 13 рисунків, а також список використаної літератури з 35 джерел.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Особливості процесу гальмування автомобіля

При гальмуванні автомобіля гальмівні механізми запобігають обертанню коліс, внаслідок чого між дорогою і колесами виникають гальмівні сили, які спрямовані і діють проти руху автомобіля. При цьому запас кінетичною енергії, яку мав рухомий автомобіль, перетвориться в теплову енергію при терті в гальмівних механізмах колодок з барабанами і дисками та при ковзанні загальмованих коліс по дорозі. Дана теплова енергія розсіюється в довкілля за рахунок теплопровідності. Гальмівна сила автомобіля дорівнює сумі гальмівних сил усіх його коліс, вона збільшується з покращенням покриття дороги і може досягти на сухому асфальтобетонному шосе 80% від ваги автомобіля. Тому гальмування автомобіля на такому шосе ефективніше, ніж на дорогах з гіршим покриттям.

В процесі експлуатації застосовуються наступні способи гальмування автомобіля: гальмування двигуном, гальмування з відокремленням двигуном, гальмування з невідокремленням двигуном (комбіноване гальмування), гальмування з періодичним припиненням дії гальмівної системи і гальмування гальмом-уповільнювачем.

При гальмуванні двигуном гальмівні механізми автомобіля не використовуються, в якості гальма використовується двигун. При цьому способі гальмування двигун не відокремлюється від ведучих коліс автомобіля, але працює на режимі холостого ходу (із зменшеною подачею палива) або на компресорному режимі (без подачі палива). Ведучі колеса автомобіля через трансмісію примусово обертають колінчастий вал. В результаті в двигуні за рахунок тертя виникає сила опору, яка і викликає уповільнений рух автомобіля. Гальмування двигуном застосовується в гірських умовах, при русі на довгих спусках і у випадках, коли необхідно

отримати невелике уповільнення. Воно забезпечує плавність гальмування, збереження гальмівних механізмів і стійкість автомобіля проти занесення. Проте гальмування двигуном на режимі холостого ходу дуже шкідливе з точки зору забруднення довкілля, оскільки з вихлопними газами викидається велика кількість окислу вуглецю.

При гальмуванні з відокремленим двигуном автомобіль гальмується тільки гальмівними механізмами коліс, без використання двигуна. В цьому випадку двигун відокремлюється від ведучих коліс автомобіля шляхом виключення зчеплення або установки нейтральної передачі в коробці передач. Гальмування з від'єднаним двигуном – основний спосіб гальмування і найчастіше використовується в експлуатації, оскільки забезпечує швидке зменшення швидкості, проте цей спосіб гальмування зменшує стійкість автомобіля проти заносу на дорогах з малим коефіцієнтом зчеплення.

Гальмування з невідокремленим двигуном – комбінований спосіб, при якому гальмування автомобіля здійснюється спільно гальмівними механізмами і двигуном. У цьому випадку перед приведенням в дію гальмівних механізмів зменшується подача палива в циліндри двигуна. Частота обертання колінчастого валу наближається до частоти холостого ходу, однак цьому перешкоджають ведучі колеса автомобіля, які примусово обертають колінчастий вал через трансмісію. В результаті виникає гальмівна дія двигуна – відбувається гальмування двигуном. Після цього приводяться в дію гальмівні механізми і гальмування автомобіля здійснюється разом двигуном і гальмівними механізмами. Гальмування з невідокремленим двигуном збільшує термін служби гальмівних механізмів, які при тривалих гальмуваннях з від'єднаним двигуном сильно нагріваються і виходять з ладу. Цей спосіб гальмування збільшує стійкість автомобіля проти заносу, особливо на дорогах з малим коефіцієнтом зчеплення.

При гальмуванні з періодичним припиненням дії гальмівної системи колеса автомобіля повинні утримуватися на межі ковзання (юз), але не ковзати. У момент початку ковзання коліс зменшується сила тиску на

гальмівну педаль, що дозволяє колесам перекочуватися по дорозі. При цьому в контакт з дорогою вступатимуть нові частини протектора шин, що раніше не брали участь в гальмуванні, через що вони менш нагріті і еластичні. В результаті максимальна сила зчеплення коліс з дорогою зберігається. Цей спосіб забезпечує найбільш ефективне гальмування автомобіля, у тому числі і на слизьких дорогах при малому коефіцієнті зчеплення. Проте він рекомендується тільки водіям високої кваліфікації, оскільки для утримання коліс автомобіля на межі юза без їх ковзання потрібні великий досвід і увага.

Гальмування автомобіля гальмом-уповільнювачем відбувається внаслідок його дії на вал трансмісії, при цьому гальмівні механізми коліс не використовуються. Цей спосіб гальмування є доцільним в гірських умовах, де при частих гальмуваннях має місце швидкий нагрів і вихід з ладу гальмівних механізмів коліс. При гальмуванні гальмом-уповільнювачем підвищується безпека руху, зменшується зношування гальмівних механізмів, шин і двигуна.

1.2 Типи та функції гальмівних систем легкових автомобілів

Сучасні легкові автомобілі обладнані чотирма автономними гальмівними системами – робочою, запасною, системою стоянки і допоміжною.

Робоча гальмівна система служить для зниження швидкості автомобіля з бажаною інтенсивністю аж до повної зупинки незалежно від його швидкості, навантаження і величини ухилів доріг, для яких він призначений. Дана гальмівна система обладнана пневматичним приводом, виконаним за двоконтурною схемою: перший контур керує гальмуванням передніх коліс і причепа, другий контур управляє гальмуванням задніх коліс вантажівки і причепа. Двоконтурна схема зменшує ризик відмови гальмівної системи при її ушкодженні. Привод керується педаллю, розташованою в кабіні автомобіля і механічно зв'язаною системою тяги з двосекційним

гальмівним краном. Виконавчими органами приводу є гальмівні камери. Гальмівні механізми системи встановлені на усіх колесах автомобіля і причепа.

Гальмівний шлях при гальмуванні за початкової швидкості 40 км/год робочою гальмівною системою, має бути для автомобіля не більше 23 м і для автопоїзда не більше 25 м, а прискорення рівномірного уповільненого руху для автомобіля і автопоїзда має складати не менше – $3,6 \text{ м/с}^2$.

Запасна гальмівна система призначена для плавного зниження швидкості руху або зупинки автомобіля у разі повного або часткового виходу з ладу робочої гальмівної системи. Ефективність робочої і запасної гальмівних систем автомобілів з повною масою понад 12 т оцінюється величиною гальмівного шляху або сталого уповільнення при початковій швидкості гальмування 40 км/год на прямій і горизонтальній ділянці сухої дороги з твердим покриттям, що забезпечує добре зчеплення коліс з дорогою.

Гальмівна система стоянки слугує для утримання нерухомого автомобіля на горизонтальній ділянці шляху або на ухилі навіть за відсутності водія. Ефективність гальмівної системи стоянки повинна забезпечувати утримання автомобіля на ухилі такої крутизни, яку він зможе здолати на нижній передачі.

Запасна гальмівна система і система стоянки об'єднані в одній конструкції, тобто мають спільний пневматичний привід з ручним гальмівним краном і гальмівні механізми, встановлені на колесах заднього візка (гальма коліс заднього візка є загальними для трьох гальмівних систем - робочої, стоянкою і запасною). Відмінність в гальмівних системах полягає лише в способі управління ручним гальмівним краном. При використанні гальмівної системи в якості системи стоянки рукоятка гальмівного крану встановлюється в одне з крайніх фіксованих положень залежно від включення або вимкнення гальмівної системи. При використанні гальмівної системи як запасної, ручний гальмівний кран виконує функцію стеження, яка дозволяє знижувати швидкість руху автомобіля з інтенсивністю, що залежить

від положення рукоятки крану. Гальмівний шлях при гальмуванні запасною гальмівною системою має бути для автомобіля не більше 29 м і не більше 30 м для автопоїзда, стале уповільнення для автомобіля і автопоїзда має становити не менше $2,8 \text{ м/с}^2$.

Допоміжна гальмівна система призначена для підтримки постійної швидкості автомобіля при русі його на зтяжних спусках гірських доріг і регулювання її самостійно або одночасно з робочою гальмівною системою з метою розвантаження гальмівних механізмів останньої. Ефективність допоміжної гальмівної системи повинна забезпечувати без застосування інших гальмівних систем спуск автомобіля із швидкістю 30 км/год по ухилу 7° протяжністю не менше 6 км.

Допоміжна гальмівна система є моторним гальмом-уповільнювачем, для включення якого заслінками дросельного типу перекриваються випускні трубопроводи двигуна і відключається подача палива. В результаті двигун переводиться в компресорний режим з приводом від трансмісії. Момент опору, що виникає завдяки силам зворотного тиску у випускному газопроводі і силам тертя прокрутки двигуна, гальмує автомобіль з плавним уповільненням на зтяжних спусках гірських доріг. Привод управління заслінками моторного гальма-уповільнювача і важелем відключення подачі палива пневматичний.

Кожна гальмівна система складається з гальмівних механізмів (гальм) і гальмівного приводу. Маючи спільні елементи, ці системи працюють незалежно і забезпечують високу ефективність гальмування за будь-яких умов експлуатації. Крім того, автомобілі оснащують аварійною системою розблокування гальм системи стоянки, системами контролю і аварійної сигналізації про роботу гальмівних систем і їх приводів, а також приводом гальм причепа.

1.3 Класифікація гальмівних механізмів і приводів

Гальмівними називаються механізми, що здійснюють процес гальмування автомобіля. Гальмівні механізми служать для примусового сповільнення автомобіля. Сучасні автомобілі комплектуються різними типами гальмівних механізмів (рис. 1.1).

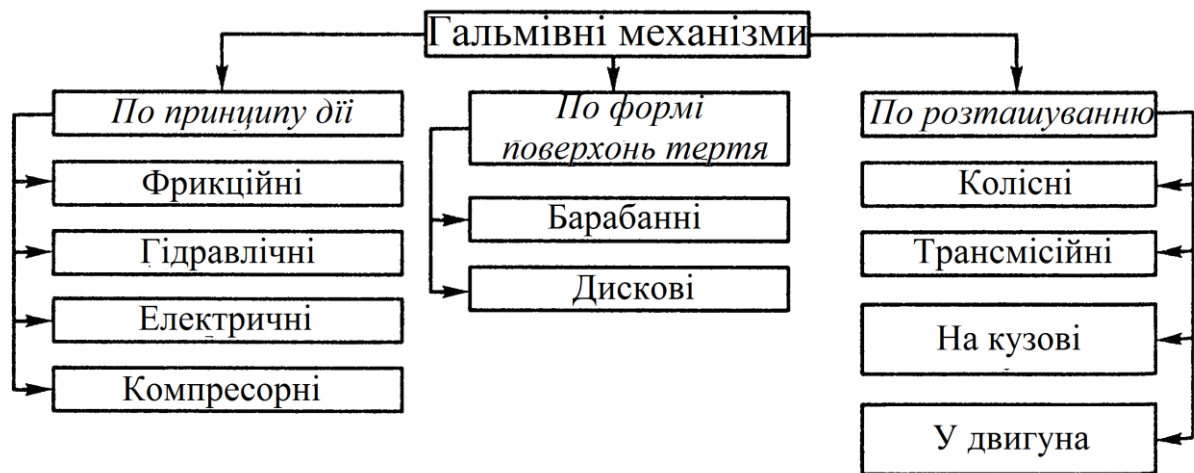


Рисунок 1.1 – Класифікація гальмівних механізмів

Гальмівні механізми можуть здійснювати примусове сповільнення автомобіля різними способами – механічним (фрикційним), гідравлічним, електричним і позаколісним гальмуванням.

Фрикційні гальмівні механізми (дискові і барабанні) набули найбільшого поширення на автомобілях. Дискові гальмівні механізми застосовуються для передніх і задніх коліс легкових автомобілів великого класу і для передніх коліс легкових автомобілів малого і середнього класів. Барабанні гальмівні механізми використовують на вантажних автомобілях, незалежно від їх вантажопідйомності в якості колісних і трансмісійних та на легкових автомобілях малого і середнього класів для задніх коліс.

Фрикційний гальмівний механізм містить обертову частину (барабан, диск), гальмівний елемент (колодки), притискний пристрій (кулачковий, поршневий), регулювальний пристрій (ексцентрики) і охолоджувальний

пристрій (ребра, канали). На рис. 1.2 представлені схеми фрикційних гальмівних механізмів.

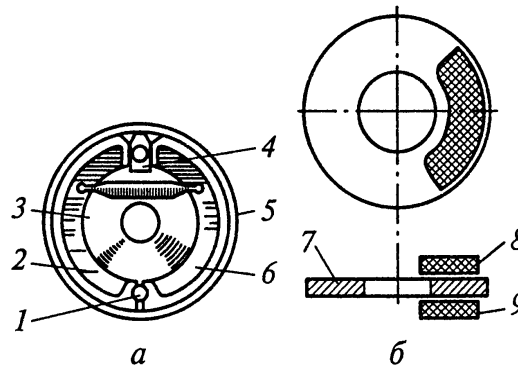


Рисунок 1.2 – Фрикційний гальмівний механізм: *а* – барабанний; *б* – дисковий; 1 – ось; 2, 6, 8, 9 – колодки; 3, 7 – диски; 4 – кулак; 5 – гальмівний барабан

У барабанному гальмівному механізмі гальмівний барабан 5 з'єднаний з колесом автомобіля і обертається разом з ним, гальмівні колодки 2 і 6 з фрикційними накладками встановлені нижніми кінцями на осі 7, закріпленій на нерухомому гальмівному диску 3. Колодки можуть обертатися на осі 1, між верхніми кінцями колодок знаходиться розтискний кулак 4. При гальмуванні кулак 4 розводить колодки 2 і 6, притискаючи їх до барабану 5, який обертається разом з колесом. Гальмування колеса відбувається за рахунок сил тертя, що виникають між фрикційними накладками колодок і гальмівним барабаном.

У дисковому гальмівному механізмі гальмівний диск 7 зв'язаний з колесом автомобіля і обертається разом з ним. З обох боків гальмівного диска встановлені дві необертові колодки 8 і 9 з фрикційними накладками. При гальмуванні колеса колодки притискаються до диска, створюючи гальмівний момент, що перешкоджає обертанню колеса. Дискові гальмівні механізми, порівняно з барабанними, мають меншу вагу, компактніші, більш стабільні і краще охолоджуються. Проте вони менш ефективні, мають швидше зношування фрикційних накладок і гірше захищені від забруднення.

Гідравлічні, електричні, компресорні і аеродинамічні гальмівні механізми використовуються на автомобілях як гальма-уповільнювачі.

Гідравлічне гальмо-уповільнювач є звичайною гідромuftою, одне з коліс якої закріплене нерухомо, а інше встановлене на валу трансмісії (за коробкою передач) і обертається разом з валом. Гальмівний момент гідравлічного гальма-уповільнювача залежить від швидкості обертання робочого колеса і кількості рідини, що подається. Гідравлічні гальма-уповільнювачі мають велику масу і малоефективні при невеликих швидкостях руху автомобіля.

Електричне гальмо-уповільнювач зазвичай розташовують за коробкою передач, воно є масивним сталевим диском, що закріплений на валу трансмісії і обертається з валом відносно нерухомих електромагнітів. Гальмування автомобіля відбувається за рахунок роботи, яка витрачається на подолання магнітної взаємодії між диском, що обертається, і електромагнітами. Електричні гальма-уповільнювачі високоефективні і забезпечують плавність гальмування автомобіля, проте вони мають велику масу, дорогі у виготовленні, витрачають додаткову енергію акумуляторних батарей.

Компресорне гальмо-уповільнювач є моторним гальмом, що використовує протитиск на випуску при роботі двигуна на компресорному режимі. Механізм моторного гальма (мал. 1.3) встановлюють в приймальній трубі глушника. У корпусі 7 механізму на валу 4 закріплені заслінка 3 і приводний важіль 2. Для створення протитиску при гальмуванні автомобіля приймальна труба глушника перекривається заслінкою 3. Одночасно з цим припиняється подача палива в циліндри двигуна, і двигун працює як компресор. У результаті гальмівний момент двигуна зростає майже в два рази порівняно з моментом при звичайному гальмуванні двигуном. Компресорне гальмо-уповільнювач просте в конструкції і не вимагає великих витрат, проте воно є малоефективним механізмом при гальмуванні автомобіля, що рухався на вищих передачах. Крім того, для такого гальма-

уповільнювача потрібний спеціальний пристрій, що запобігає викиду масел з повітряного фільтру двигуна через потрапляння стисненого повітря в повітряний фільтр.

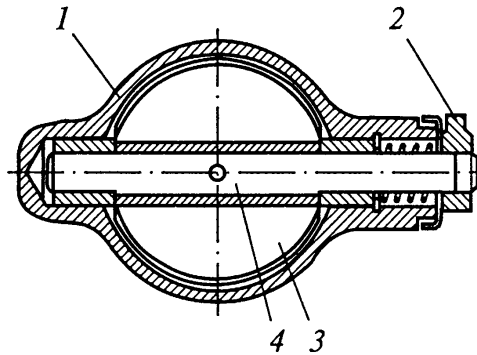


Рисунок 1.3 – Моторний гальмівний механізм: 1 – корпус; 2 – важіль; 3 – заслінка; 4 – вал

Аеродинамічні гальма-уповільнювачі виконуються у вигляді спеціальних щитів, закрилок і парашутів. Ними обладнуються швидкісні і гоночні автомобілі, що рухаються з високими швидкостями. Аеродинамічні гальмівні механізми збільшують опір повітря і використовуються для екстреного зовнішнього колісного гальмування автомобілів.

Гальмівний привод служить для передачі зусилля, яке створює водій на педалі або важелі, до гальмівних механізмів або для керування стороннім джерелом енергії, що приводить в дію гальмівні механізми. Гальмівний привод повинен забезпечувати легке, швидке і одночасне приведення в дію гальмівних механізмів, а також необхідний розподіл приводних зусиль між гальмами. Він повинен забезпечувати також пропорційність між силою тиску на педалі і силами, що приводять в роботу гальма, мати високий ККД, бути простим за конструкцією і надійним в експлуатації.

Гальмівний приводу будь-якого типу має наступну структуру:

- *орган керування* – пристрій, за допомогою якого водій здійснює керування гальмівним приводом, а через нього і гальмівною системою;
- *акумулятор енергії* – пристрій, який накопичує енергію, призначену для здійснення гальмування;

– *передаточний механізм* – кінематичний ланцюг, який відповідно до команд органу керування передає енергію від джерела або акумулятора виконавчим органам приводу.

– *виконавчий орган* – пристрій, що передає енергію від гальмівного приводу до гальмівного механізму.

Гальмівні приводи бувають механічними, гідравлічними, пневматичними, електричними і комбінованими (пневмогідравлічними, пневмоелектричними).

Механічний привод складається з тяги і важелів та застосовується здебільшого в гальмівних системах з ручним керуванням (допоміжна гальмівна система – «гальмо стоянки»). В такому приводі для включення гальмівного механізму використовується мускульна енергія водія. Простота конструкції і незмінна в часі жорсткість механічного приводу роблять його найбільш вживаним для гальмівної системи стоянки.

Гідравлічний привод застосовується в робочій гальмівній системі легкових автомобілів і вантажних автомобілів малої і середньої вантажопідйомності. У цьому приводі зусилля від педалі до гальмівних механізмів передається за допомогою рідини. Для включення гальм також використовується мускульна енергія водія. Для забезпечення вмикання гальм нерідко застосовують гідравлічний привід з вакуумним (ГАЗ–66) або пневматичним підсилювачем (Урал–4320). Останнім часом набуває поширення гідравлічний привід з насосом, в якому для включення гальмівних механізмів і створення необхідних для швидкого гальмування автомобіля моментів на колесах використовується енергія двигуна, що приводить в дію гідравлічний насос безпосередньо, або через який-небудь агрегат силової передачі автомобіля.

Пневматичний привод широко використовується в гальмівній системі тягачів, вантажних автомобілів середньої і великої вантажопідйомності і автобусів. У гальмівній системі з пневматичним приводом гальмівні механізми вмикаються за рахунок використання енергії стисненого повітря.

Пневматичний привід призначений для керування впусканням і випуском стисненого повітря, що приводить до дії гальмівні механізми. Він застосовується на автомобілях і автопоїздах середньої, великої і особливо великої вантажопідйомності, оскільки використання енергії двигуна, перетвореної в тиск стисненого повітря, дозволяє істотно полегшити працю водія. Мускульна енергія останнього витрачається лише на процес управління впусканням і випуском стисненого повітря. Іншими перевагами пневматичного приводу є точність стеження, що забезпечує пропорційність інтенсивності гальмування (уповільнення) величині зусилля, прикладеного до гальмівної педалі; можливість управління гальмами причепа для забезпечення бажаної різниці між режимами гальмування причепа і тягача. Проте в порівнянні з гідравлічним, пневматичний привід конструктивно складніше і дорожче, має меншу (у 10 – 15 разів) швидкодію, велику масу і габарити. Використання енергії стислого повітря можливе тільки при включенні в привод приладів стеження, які дозволяють відтворювати (відстежувати) закономірність зміни тиску в механізмах в залежності від зусилля, прикладеного до органу керування. Від цієї величини тиску залежать зусилля, що приводять в дію гальмівні механізми. Перевагами пневматичного приводу є простота конструкції, практично необмежене приводне зусилля гальмівних механізмів, широке застосування на автопоїздах.

Електричний привід широко використовується на автопоїздах, оскільки при цьому досягається найбільш простий спосіб передачі енергії на великі відстані при дуже малому часі на приведення системи до дії.

Комбінований гідропневматичний привід використовується на тягачах великовантажних автопоїздів і на автомобілях з великою базою. У цьому приводі для збільшення гальмівних зусиль використовується енергія стисненого повітря, а до гальмівного механізму йде передача рідиною.

На легкових автомобілях і вантажних автомобілях малої і середньої вантажності гальмівні барабани зазвичай виготовляють біметалічними. Це

може бути сталевий диск, залитий чавунним ободом, або гальмівний барабан з алюмінієвого сплаву із залитим всередину чавунним кільцем. На вантажних автомобілях великої вантажності використовують литі гальмівні барабани, виготовлені як правило, з сірого чавуну.

На автомобілях високого класу дискові гальмівні механізми виготовляють зазвичай з листової сталі. У скобі знаходяться два робочих гальмівних циліндра, виготовлених з алюмінію, а у циліндрах встановлені сталеві поршні, які ущільнюються гумовими кільцями.

Формовані фрикційні накладки нині все частіше виготовляють безазбестовими, оскільки такі накладки є екологічно чистими. Застосовують і пластмасові накладки, до складу яких входить ебоніт і інші компоненти. Для дискових і барабанних гальмівних механізмів використовують накладки з азбесто-каучукових композицій. Накладки прикріплюють до колодок заклепками, болтами або приклеюють. Гальмівні колодки виготовляють з листової сталі, для вантажівок виготовляють литі колодки з чавуну.

Колісний гальмівний циліндр барабанного гальмівного механізму складається з чавунного корпусу, всередину якого поміщено два алюмінієві поршні з гумовими манжетами ущільнювачів. У зовнішні торці поршнів для зменшення зношування вставлені сталеві сухарі. З обох боків циліндр ущільнений пилозахисними гумовими чохлами.

Рідина для гальмівної системи і гідроприводу зчеплення залита в єдиний бачок, розташований на головному гальмівному циліндрі. Рівень рідини повинен знаходитися між мітками MIN і MAX на відповідному бачку. Рекомендований тип рідини – гальмівна рідина DOT4+, DOT5 і вище. Слід регулярно перевіряти рівень гальмівної рідини, замінювати яку необхідно раз в два роки. При керуванні автомобілем з частим і інтенсивним користуванням гальмом (наприклад, в гірських районах) або при експлуатації автомобіля в кліматі з високою вологістю гальмівну рідину слід замінювати щороку.

1.4 Конструкція і принцип дії основних гальмівних механізмів легкових автомобілів

Робоча гальмівна система легкових автомобілів містить передні і задні гальмівні механізми і гідравлічний двоконтурний гальмівний привод – первинний (передніх гальмівних механізмів) і вторинний (задніх гальмівних механізмів).

Передні гальмівні механізми більшості легкових автомобілів дискові, розміщені в передніх керованих колесах автомобіля, мають автоматичне регулювання проміжку між гальмівними колодками і диском. Деталлями гальмівних механізмів, що обертаються і труться, є гальмівні диски, що мають добре охолодження, тому ефективність роботи дискового гальмівного механізму не знижується навіть при частих гальмуваннях автомобіля на великих швидкостях руху.

Передній гальмівний механізм задньоприводних легкових автомобілів (рис. 1.4) включає гальмівний диск 1, гальмівні колодки 2, супорт 10 і два гальмівні циліндри 4. Чавунний гальмівний диск 1 закріплений на маточині 12 коліс автомобіля і захищений гальмівним щитом 11, прикріпленим до поворотного кулаку 14. На поворотному кулаку закріплений кронштейн 13 з супортом 10, який охоплює гальмівний диск. У супорті розміщені гальмівні колодки 2 з приклеєними фрикційними накладками 3 і гальмівні циліндри 4, що стопоряться спеціальними фіксаторами. Гальмівні колодки встановлені на двох пальцях 9, закріплених в гальмівних циліндрах. Колодки притискаються до пальців фігурними пружинами 8, завдяки чому виключається тертя колодок об гальмівний диск в неробочому положенні. У гальмівних циліндрах встановлені поршні 5 з ущільнюючими гумовими кільцями 6, розміщеними в канавках циліндрів. Внутрішня порожнина циліндрів закрита гумовими ковпачками 7, поршні циліндрів упираються в гальмівні колодки. Гальмівні циліндри сполучені між собою трубою 16, через штуцер 15 в

циліндри підводиться гальмівна рідина, а через штуцер 17 видаляється повітря з гальмівного приводу.

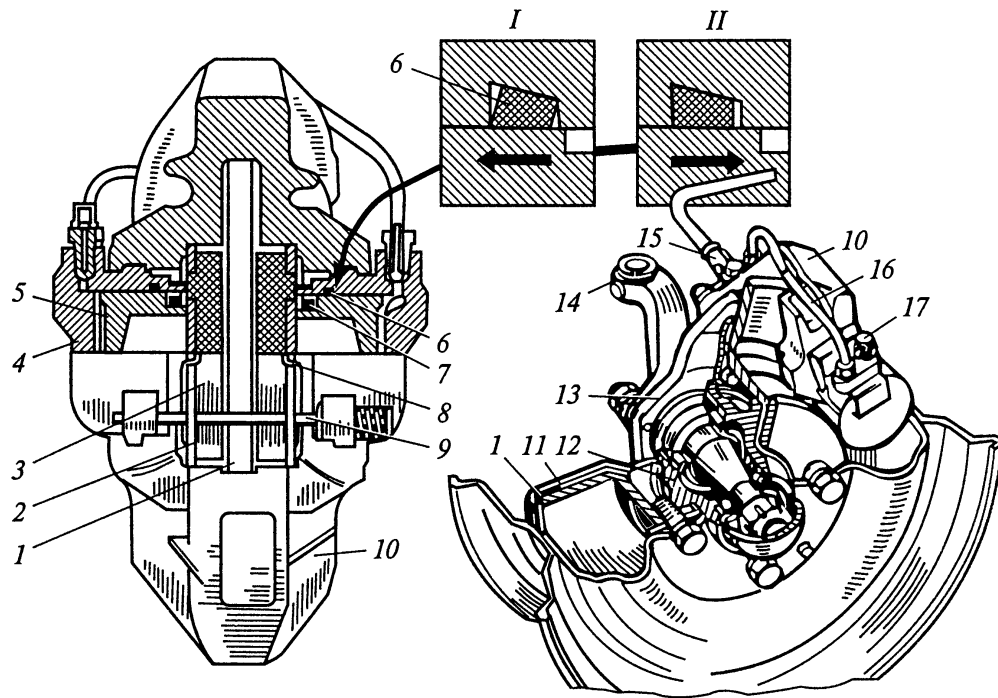


Рисунок 1.4 – Передній гальмівний механізм задньоприводного легкового автомобіля: 1 – гальмівний диск; 2 – колодка; 3 – накладка; 4 – циліндр; 5 – поршень; 6 – кільце; 7 – ковпачок; 8 – пружина; 9 – палець; 10 – супорт; 11 – щит; 12 – маточина; 13 – кронштейн; 14 – поворотний кулак; 15, 17 – штуцери; 16 – трубка

При гальмуванні під дією тиску рідини поршні 5 переміщують гальмівні колодки 2 і притискають їх до гальмівного диска 1, при цьому гумові кільця ущільнювачів 6 деформуються. Після припинення гальмування тиск рідини на поршні різко знижується, і вони відводяться в початкове положення за рахунок пружності гумових кілець 6. При цьому гальмівні колодки відходять від гальмівного диска, і між ними встановлюється необхідний проміжок. При зношуванні фрикційних накладок в експлуатації проміжок між гальмівними колодками і диском регулюється автоматично, оскільки гумові кільця 6 відводять поршні від колодок на одну і ту ж відстань, яка визначається їх пружною деформацією.

Задні гальмівні механізми легкових автомобілів найчастіше барабанні, колодки розміщені в задніх колесах автомобіля. Деталлями гальмівних механізмів, що обертаються, є гальмівні барабани, тертьовими деталями – гальмівні колодки, які при гальмуванні самі встановлюються відносно гальмівного барабана, що забезпечує найбільший гальмівний ефект і більш рівномірне зношування фрикційних накладок гальмівних колодок.

У задньому гальмівному механізмі легкових автомобілів підвищеної прохідності (рис. 1.5) сталевий штампований гальмівний щит 6 кріпиться болтами до фланця балки заднього мосту. У нижній частині гальмівного щита встановлена опора 12, в яку упираються нижніми кінцями гальмівні колодки 4 з приклеєними до них фрикційними накладками. Верхні кінці колодок стикаються з поршнями колісного циліндра 8, нижні і верхні кінці гальмівних колодок стягуються пружинами 1 і 9. Бічне зміщення колодок обмежується стійками 3 з пружинами, які притискають гальмівні колодки до гальмівного щита. Таке кріплення гальмівних колодок на гальмівному щиті дозволяє їм вільно самовстановлюватися відносно гальмівного барабана під час гальмування. Гальмівні колодки своїми ребрами спираються в ексцентрики 11, закріплені на гальмівному щиті. За допомогою цих ексцентриків регулюється проміжок між колодками і гальмівним барабаном.

Гальмівний барабан відливають з алюмінієвого сплаву, всередині барабана залита спеціальна вставка (чавунне кільце), яка є робочою частиною поверхні барабана. На зовнішній поверхні гальмівного барабана є ребра, які збільшують його жорсткість і покращують охолодження. Вікна служать для перевірки проміжку між гальмівними колодками і барабаном. Гальмівний барабан кріпиться до фланця півосі болтами спільно з колесом автомобіля за допомогою шпильок і сферичних гайок.

При гальмуванні під дією тиску рідини в гальмівному приводі поршні колісного гальмівного циліндра притискають колодки до гальмівного барабана. При цьому стяжна пружина 9 (рис. 1.5) гальмівних колодок розтягується. Після припинення гальмування тиск рідини на поршні різко

падає і під дією пружини 9 колодки відходять від гальмівного барабана до упору в ексцентрики 11.

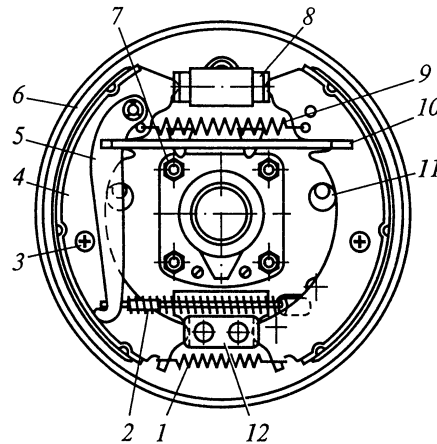


Рисунок 1.5 – Задній гальмівний механізм легкових автомобілів підвищеної прохідності: 1, 9 – пружини; 2 – трос; 3 – стійка; 4 – колодка; 5 – важіль; 6 – щит; 7 – болт; 8 – циліндр; 10 – планка; 11 – ексцентрик; 12 – опора

Вакуумний підсилювач зменшує зусилля, що прикладається до гальмівної педалі при гальмуванні, і полегшує роботу водія. Його підсилюючий ефект вакуумного полягає у використанні вакууму у впускному трубопроводі працюючого двигуна. У вакуумному підсилювачі легкових автомобілів (рис. 1.6) гумова діафрагма 19 між корпусом 7 і кришкою 9 з чохлам 13 ділить його на дві порожнини – вакуумну I і атмосферну II. Вакуумна порожнина сполучена з впускним трубопроводом двигуна шлангом, в наконечнику 5 якого розташований клапан 6. При працюючому двигуні і відпущеній гальмівній педалі тиск у вакуумній і атмосферній порожнинах однаковий, оскільки вакуум з впускного трубопроводу двигуна через шланг і наконечник 5 передається в порожнини I і II.

При гальмування штовхальник 14 переміщає поршень 10 всередину корпусу 7 підсилювача, а рухома частина клапана 12 пружиною 16 притискається до сидла на корпусі 18 і роз'єднує вакуумну і атмосферну порожнини. При подальшому переміщенні штовхальника 14 поршень 10

відходить від клапана 12, і через утворений проміжок в атмосферну порожнину поступає повітря. В цьому випадку в порожнині *I* зберігається вакуум, а в порожнині *II* встановлюється атмосферний тиск. Різниця тисків у вакуумній і атмосферній порожнинах підсилювача створює додаткову силу, яка спільно з силою тиску водія на гальмівну педаль переміщує корпус 18 клапана з діафрагмою 19.

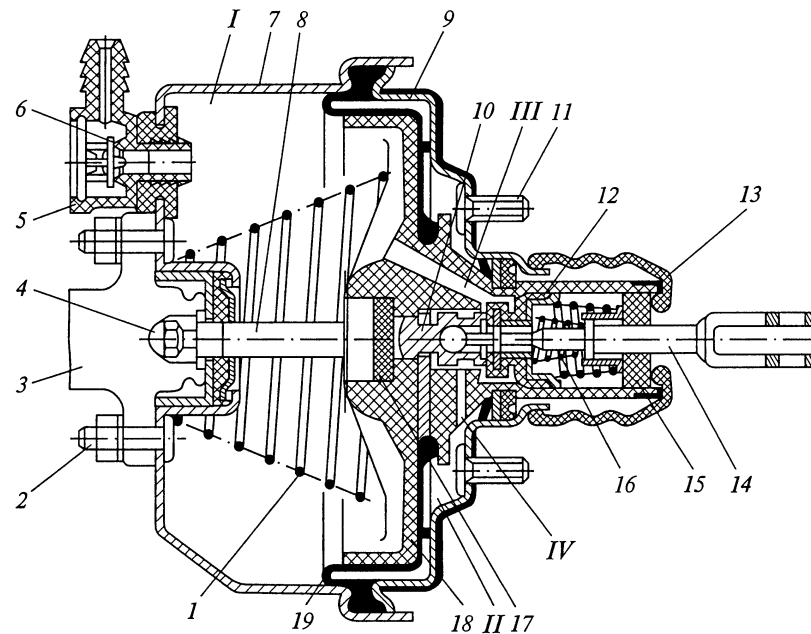


Рисунок 1.6 – Вакуумний підсилювач легкових автомобілів ВАЗ: 1, 16 – пружини; 2, 11 – болти; 3 – циліндр; 4, 5 – наконечники; 6, 12 – клапани; 7, 18 – корпуси; 8 – шток; 9 – кришка; 10 – поршень; 13 – чохол; 14 – штовхальник; 15 – фільтр; 17 – буфер; 19 – діафрагма; *I*, *II* – порожнини

При припиненні натиснення на гальмівну педаль і зупинці її в загальмованому положенні корпус 18 разом з притиснутим до нього клапаном 12 під дією різниці тисків в порожнинах *I* і *II* переміщатимуться, поки клапан 12 не упреться в торець поршня 10, що зупинився. Надходження повітря в порожнину *II* в цьому випадку припиниться і корпус 18 займе певне положення. Якщо в цьому положенні відпустити гальмівну педаль, то поршень 10 відсуне клапан 12 від корпусу 18, тиск в порожнині *II*

зменшиться, а під дією пружини 1 корпус 18 переміститься до контакту з клапаном 12.

Під час екстреного (аварійного) гальмування, коли прикладається значне зусилля до гальмівної педалі, між поршнем 10 і клапаном 12 проміжок зберігається і повітря продовжує поступати в порожнину II підсилювача. Після припинення гальмування, коли гальмівна педаль буде відпущена, штовхальник 14 з поршнем 10 вкрутяться в початкове положення під дією поворотної пружини 1, в цьому випадку поршень віджимає клапан 12 від корпусу 18, частина повітря з порожнини II поступить в порожнину I, тиск в порожнинах підсилювача вирівняється. При цьому корпус 18 з діафрагмою 19 і штоком 8 під дією пружини 1 переміститься в крищі 9 підсилювача і займе початкове положення. Вакуумний підсилювач кріпиться болтами 11 до кронштейна гальмівної педалі і педалі зчеплення, а болтами 2 з'єднується з головним гальмівним циліндром 3.

Головний гальмівний циліндр легкових автомобілів (рис. 1.7) двокамерний, одночасно приводить в дію обидва контури гідроприводу робочої гальмівної системи. У корпусі 3 головного гальмівного циліндру знаходяться поршні 5 і 7, які приводять до дії різні контури гідроприводу і за своєю конструкцією незначно відрізняються один від одного. На поршень 7 з ущільнюючим кільцем 8 спирається шток вакуумного підсилювача гальмівного приводу. Поршні утворюють в циліндрі дві камери I і II, які через отвори 2 з'єднуються трубопроводами з колісними гальмівними циліндрами передніх і задніх гальмівних механізмів. Через отвори 4 гальмівний циліндр сполучений трубопроводами з гальмівним бачком. При відпущеній гальмівній педалі поворотна пружина 13 переміщає поршень 5 в крайнє праве (початкове) положення. При цьому поршень упирається в обмежувач 12, а поршень 7 під дією пружини 10 з шайбою 6 впирається в обмежувач 9. Камери I і II відділяються одна від одної манжетою 11, надітою на поршень 5. В кільцеві канавки поршнів вставлені гумові кільця ущільнювачів 16 і розпірні кільця 18. У початковому положенні пружина 15 з

тарілкою 14 притискає кільце ущільнювача до кільця розпору, внаслідок чого створюються проміжки 17 між ущільнюючим кільцем, кільцем розпору і поршнем. Через ці проміжки і отвори 19 камери *I* і *II* сполучаються з гальмівним бачком, внаслідок чого в контурах приводу передніх і задніх гальмівних механізмів гальмівна рідина не зазнає надлишкового тиску.

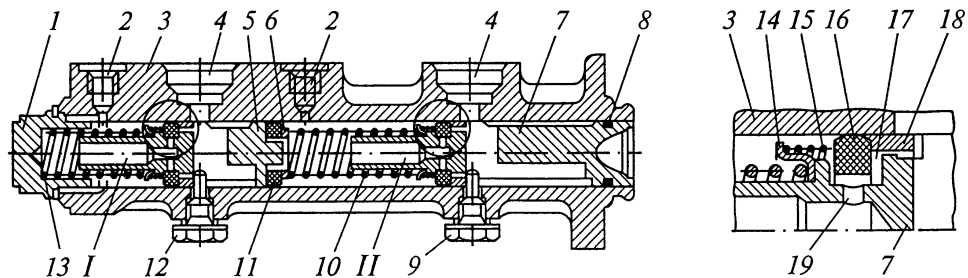
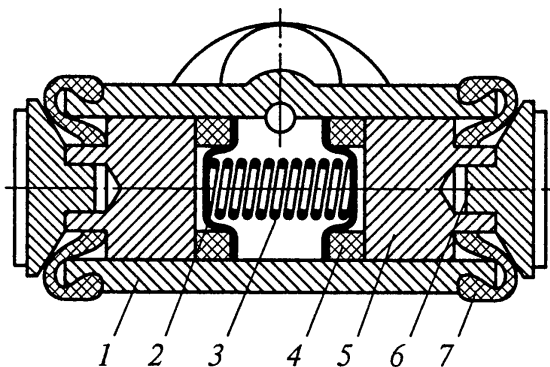


Рисунок 1.7 – Головний гальмівний циліндр легкових автомобілів: 1 – пробка; 2, 4, 19 – отвори; 3 – корпус; 5, 7 – поршні; 6 – шайба; 8, 16, 18 – кільця; 9, 12 – обмежувачі; 10, 13, 15 – пружини; 11 – манжета; 14 – тарілка; 17 – проміжок; *I*, *II* – камери

Задній колісний гальмівний циліндр кріпиться на гальмівному щиті заднього гальмівного механізму і приводить в дію його гальмівні колодки. У корпусі 1 заднього гальмівного циліндра автомобілів підвищеної прохідності



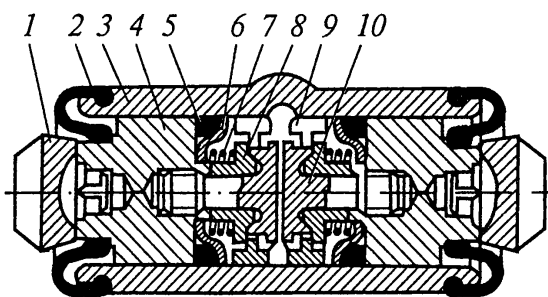
(рис. 1.8) знаходяться два поршні 5, між якими встановлена розтискна пружина 3 з опорними чашками 2. У поршні запресовані упори 6, в пази яких входять верхні кінці гальмівних колодок.

Рисунок 1.8 – Задній колісний гальмівний циліндр легкових автомобілів підвищеної прохідності: 1 – корпус; 2 – чашка; 3 – пружина; 4 – манжета; 5 – поршень; 6 – упор; 7 – чохол

У циліндрі поршні ущільнені манжетами 4, від забруднення циліндр захищений гумовими чохлами 7. У корпусі циліндра є два отвори, в нижній

отвір укрупнений штуцер трубопроводу, що підводить гальмівну рідину в циліндр, а у верхній отвір – штуцер, призначений для видалення повітря з гальмівного гідроприводу.

Задній гальмівний циліндр передньоприводних автомобілів (рис. 1.9) складається з корпусу 3 із захисними чохлами 2, поршнів 4 з упорами 1, манжет ущільнювачів 5 з опорними чашками 6 і пружинами 7 і пристрої для автоматичного регулювання проміжку між гальмівними колодками і барабаном. Регулювальний пристрій включає розрізні упорні кільця, упорні гвинти 10 і сухарі, що складаються з двох половин кожен. Упорне кільце встановлене в циліндрі з натягом, і для його зсуву необхідне більше зусилля, ніж створюване пружинами, які стягують гальмівні колодки. Між внутрішнім буртиком упорного кільця 9 і голівкою гвинта 10, укрупненого в поршень 4, що впирається в сухар, є невеликий проміжок. Цей проміжок забезпечує хід поршня, необхідний для ефективного гальмування, а також обмежує переміщення поршня. При зношуванні фрикційних накладок гальмівних



колодок проміжок між буртиком кільця 9 і голівкою гвинта 10 вибирається, упорне кільце під дією тиску рідини рухається за поршнем на величину зносу і займає нове положення.

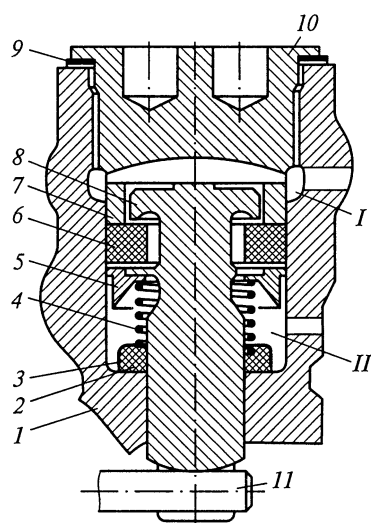
Рисунок 1.9 – Задній колісний гальмівний циліндр: 1 – упор; 2 – чохол; 3 – корпус; 4 – поршень; 5 – манжета, 6 – чашка; 7 – пружина; 8 – сухар; 9 – кільце; 10 – гвинт

При припиненні гальмування поршні під дією стяжних пружин гальмівних колодок повертаються до упору сухарів 8 в буртики упорних кілець, тому при експлуатації автоматично підтримується постійний проміжок між гальмівними колодками і барабаном, і його регулювання не вимагається. Задній гальмівний циліндр має два штуцери – один для

підведення гальмівної рідини, а інший для видалення повітря з гальмівного приводу.

Регулятор гальмівних сил встановлює тиск рідини в приводі задніх гальмівних механізмів залежно від положення кузова автомобіля відносно заднього моста, він працює як клапан, який автоматично перериває подачу рідини до задніх гальмівних механізмів. В результаті цього виключається занос (юз) задніх коліс, підвищується стійкість автомобіля і безпека руху.

Регулятор гальмівних сил легкових автомобілів (рис. 1.10) включений в контур гідроприводу задніх гальмівних механізмів, в його корпусі 1



знаходиться поршень 8, шток якого спирається на торсион 11 приводу регулятора. У корпусі є втулка 7, між нею і циліндричною головкою поршня утворюється кільцевий проміжок. До втулки 7 притиснутий гумовий ущільнювач 6, пружина 4 надіта на шток поршня, одним кінцем спирається на тарілку 5, а іншим кінцем – на ущільнююче гумове кільце 2 з обоймою 3.

Рисунок 1.10 – Регулятор гальмівних сил легкових автомобілів: 1 – корпус; 2 – кільце; 3 – обойма; 4 – пружина; 5 – тарілка; 6 – ущільнювач; 7 – втулка; 8 – поршень; 9 – прокладка; 10 – пробка; 11 – торсион; I, II – порожнини

Всередині корпусу регулятора є дві порожнини I і II, порожнина II сполучена трубопроводом з головним гальмівним циліндром, а порожнина I – з колісними гальмівними циліндрами задніх гальмівних механізмів. Регулятор не працює, якщо автомобіль не гальмує, в цьому випадку поршень 8 під дією торсиону 11 і пружини 4 впирається в пробку 10, ущільнену прокладкою 9. Порожнини I і II сполучені між собою через проміжки між поршнем, втулкою 7 і ущільнювачем 6. Сила, що діє на шток поршня з боку торсиона 17, залежить від взаємного положення кузова автомобіля і заднього

моста. Вона збільшується при наближенні кузова до моста і зменшується при видаленні його від заднього моста.

1.5 Особливості обслуговування і ремонту гальмівних механізмів і систем легкових автомобілів

Гальмівна система вимагає до себе підвищеної уваги, оскільки експлуатація автомобіля з несправною гальмівною системою забороняється. Розглянемо основні можливі несправності гідравлічної робочої гальмівної системи легкового автомобіля.

Відповідно до конструкції гальмівної системи, несправності умовно можна розділити на несправності гальмівного механізму, несправності гальмівного приводу і несправності підсилювача гальм. Розрізняють наступні несправності *дискового гальмівного механізму*:

- зношування, ушкодження або забруднення (замаслення) гальмівних колодок;
- зношування, деформація та здир поверхні гальмівних дисків;
- послаблення кріплення, деформація супорта.

Основні несправності *гальмівного приводу* включають:

- заїдання поршня робочого циліндра;
- витік гальмівної рідини в робочому циліндрі;
- заїдання поршня головного циліндра;
- витік гальмівної рідини в головному циліндрі;
- ушкодження або засмічення шлангів, трубопроводів;
- підсос повітря в системі внаслідок послаблення кріплення.

Вакуумний підсилювач гальм може мати наступні несправності:

- недостатня розрядка у впускному колекторі;
- ушкодження вакуумного шланга;
- несправність клапана стеження підсилювача.

Усі перераховані несправності гальмівної системи більшою чи меншою

мірою знижують ефективність гальмування автомобіля і тому становлять небезпеку для усіх учасників руху.

Основні причини несправностей *гальмівної системи в цілому*:

– порушення правил експлуатації гальмівної системи (порушення періодичності технічного обслуговування і поточного ремонту, застосування неякісної гальмівної рідини);

– низька якість комплектуючих виробів;

– перевищення допустимого терміну служби елементів системи;

– дія різних зовнішніх шкідливих чинників.

Ознаками несправності гальмівної системи є різні відхилення від нормального режиму роботи, так звані зовнішні ознаки несправностей, до яких відносяться: відхилення від прямолінійного руху при гальмуванні; збільшений хід педалі гальма; скреготання і свист при гальмуванні; зниження зусилля на педалі при гальмуванні; підвищення зусилля на педалі при гальмуванні; вібрація педалі при гальмуванні; низький рівень гальмівної рідини в бачку. В табл. 1.1 наведено усі можливі несправності гальмівних механізмів і систем сучасних легкових автомобілів, які відповідають названим вище ознакам.

Таблиця 1.1 – Основні несправності гальмівних механізмів та їх ознаки

<i>Ознаки</i>	<i>Несправності</i>
Відхилення від прямо- лінійного руху при гальмуванні	– ушкодження або забруднення гальмівних колодок з одного боку; – деформація чи здир поверхні диска; – послаблення кріплення, деформація супорта; – заїдання поршня робочого циліндра; – витік гальмівної рідини в робочому циліндрі; – ушкодження або засмічення шлангів, трубопроводів; – несправності підвіски.

Продовження таблиці 1.1

Збільшений хід педалі гальма	– підсос повітря в системі; – зношування гальмівних колодок.
Скреготання і свист при гальмуванні	– граничний знос гальмівних колодок; – потрапляння стороннього предмета між колодкою і диском; – зношування або забруднення гальмівних колодок; – здир поверхні гальмівного диска
Зниження зусилля на педалі при гальмуванні	– підсос повітря в системі; – ушкодження або деформація шлангів, трубопроводів; – витікання гальмівної рідини в головному циліндрі двигуна.
Підвищення зусилля на педалі при гальмуванні	– несправності вакуумного підсилювача гальм; – зношування або забруднення гальмівних колодок; – заїдання поршня робочого циліндра
Низький рівень гальмівної рідини в бачку	– витікання гальмівної рідини в головному або робочих циліндрах; – ушкодження шлангів, трубопроводів; – зношування гальмівних колодок.

Для полегшення контролю стану гальмівної системи в конструкції автомобіля використовуються різні датчики. Результати вимірів датчиками параметрів системи виводяться у вигляді сигналів відповідних ламп на приладовій панелі бортового комп'ютера. На сучасному вантажному автомобілі застосовуються наступні сигнальні лампи гальмівної системи:

- низького рівня гальмівної рідини;
- зносу гальмівних колодок;

- несправності системи ABS;
- несправності системи ESP (ASR).

Для встановлення конкретних несправностей систем активної безпеки застосовується комп'ютерна діагностика автомобіля.

При технічному обслуговуванні виконуються роботи, що передбачені видами ТО. При щоденному обслуговуванні (ЩО) перевіряють дію гальм на початку руху автомобіля, герметичність з'єднань в трубопроводах і вузлах приводу. Витік стисненого повітря визначають по зниженню тиски на манометрі на непрацюючому двигуні та на слух.

При першому технічному обслуговуванні (ТО-1) окрім робіт перевіряють стан і герметичність трубопроводів гальмівної системи, ефективність дії гальм, вільний і робочий хід педалі гальма і важеля гальма стоянки, тиску в головному гальмівному циліндрі, стан гальмівного крану, стан механічних зчленувань педалі, важелів і інших деталей приводу.

При другому технічному обслуговуванні проводять роботи в об'ємі щоденного і першого технічних обслуговувань, а також додатково перевіряють стан гальмівних механізмів коліс при їх повному розбиранні, замінюють зношені деталі (колодки, гальмівні барабани), збирають і регулюють гальмівні механізми, перевіряють роботу компресора, регулюють натягнення приводного ремня і привід гальма стоянки.

Сезонне обслуговування (СО) поєднують з роботами при другому технічному обслуговуванні (ТО-2) і додатково виконують роботи залежно від сезону.

Регулювальні роботи гальмівної системи включають усунення витіку повітря з приводу гальм, регулювання вільного ходу педалі гальма і проміжку між колодками і барабаном, регулювання гальма стоянки.

Багато дорожньо-транспортних пригод відбуваються через те, що водій втрачає контроль над управлінням транспортним засобом, особливо часто це відбувається при гальмуванні. Модернізація гальмівної системи потрібна у разі збільшення потужності двигуна і у разі тривалого руху на високій

швидкості. Крім того, значні нарікання часто викликають гальмівні системи вітчизняних автомобілів, що спонукає деяких власників таких авто до модернізації. Слід зазначити, що модернізація цієї системи є найнебезпечніша і заборонена процедура, що, однак, не зупиняє автовласників, які бажають зробити свій автомобіль більш керованим.

Найбільш поширеним видом модернізації гальмівної системи автомобілів є заміна передніх колодок і дисків (диски вентильовані і із спеціальною нарізкою, колодки імпорتنі посилені), а також встановлення потужнішого вакуумного підсилювача. На вітчизняні автомобілі зараз продають потужніші підсилювачі, для машин іноземного виробництва підбирають вузли з потужніших автомобілів. Чим потужніше підсилювач, тим швидше спрацювуватимуть гальма, до того ж установка потужнішого підсилювача необхідна при встановленні потужніших гальмівних систем.

Іншим видом модернізації є заміна задніх барабанних гальм на дискові. Розглянемо головні переваги дискових гальм:

1. При підвищенні температури характеристики дискових гальм досить стабільні, тоді як у барабанних знижується ефективність роботи;
2. Температурна стійкість дисків вища, зокрема, через те, що вони краще охолоджуються;
3. Вища ефективність гальмування дозволяє зменшити гальмівний шлях;
4. Менші вага і розміри дискових гальм;
5. Підвищена чутливість гальм;
6. Значно менший час спрацювання зменшується;
7. Зношені колодки легше замінити, на барабанних доводиться робити зусилля на підгонку колодок щоб одягнути барабани;
8. Близько 70% кінетичної енергії автомобіля гаситься передніми гальмами, задні дискові гальма дозволяють понизити навантаження на передні диски;

9. Температурні розширення не впливають на якість прилягання гальмівних поверхонь.

В більшості встановлення дискових гальм (якщо не задньоприводний автомобіль) це досить проста процедура. Проте є один досить великий мінус – це переробка ручного гальма. Знадобитися поміняти маточину, поставити супорт, замінити трубки на шланги, поставити диск, і переналаштувати регулятор тиску. Якщо ж машина із заднім приводом, то крім того доведеться замінити задній міст. Найпростіше підібрати міст від іншої машини, хоча це досить дорога операція і зробити її зможуть тільки в тюнінг-центрах.

Для збільшення надійності гальмівної системи часто змінюють гальмівні контури в автомобілі наступним чином: перший йде на передні гальма – другий і на передні і на задні. У такому вигляді, при будь-яких ушкодженнях одного контуру передні гальма будуть робочими, що завжди дозволить досить ефективно гальмувати. Правда доведеться подумати як це реалізувати на передньому мосту.

Висновки по розділу 1

В даному розділі розглянуто конструкцію гальмівних систем легкових автомобілів, наведено класифікацію, конструкцію та принцип дії гальмівних механізмів, досліджено їх умови роботи та найбільш поширені несправності. Для гальмівних систем і механізмів усіх типів приведено основні заходи з обслуговування та ремонту. Крім того, досліджено методи модернізації обслуговування гальмівних систем, що дозволяють суттєво покращити якість роботи гальмівної системи.

В результаті теоретичного аналізу встановлено, що поточний стан гальмівної системи автомобіля напряму впливає на безпеку дорожнього руху, тому організація ефективного діагностування гальмівних механізмів і систем, разом з їх якісним технічним обслуговуванням та ремонтом, є вкрай актуальним прикладним завданням.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Формування вихідних даних до розрахунку

Об'єктом проєктування є дільниця ремонту і обслуговування легкових автомобілів зі спеціалізацією на ремонті і обслуговуванні гальмівних механізмів і систем. Проєктування дільниці тільки ремонту гальмівних механізмів недоцільне через надто вузьку спеціалізацію, оскільки за статистикою за обслуговуванням гальмівних систем автовласник звертається не більше одного разу на рік. Наряду з ремонтом і діагностуванням гальмівних механізмів пропонується виконувати найбільш поширені роботи з технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів.

Проведемо технологічний розрахунок дільниці ремонту автомобілів за кількістю постів. У виробничому корпусі даної дільниці передбачено

$$X_{роб} = 5 \text{ постів.}$$

Кількість заїздів одного автомобілю в рік на дільницю приймаємо рівним

$$d = 3 \text{ заїзди}$$

(на виконання робіт ТО і ПР, регулювання гальмівної система і шиномонтаж-балансування).

Середній пробіг автомобілів, що експлуатуються на даний момент

$$L = 12\,000 \text{ км,}$$

що є середнім значенням в цілому по Україні.

Режим роботи на даній дільниці приймаємо однозмінним ($c = 1$) з тривалістю робочої зміни

$$T_{зм} = 8 \text{ годин.}$$

Кількість робочих днів за рік приймаємо рівною

$$D_{роб} = 305 \text{ днів.}$$

Нормативні трудомісткості робіт дільниці ремонту автомобілів для підприємства даного типу наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Нормативні трудомісткості робіт на ремонтній дільниці

Тип СТО і рухомого складу	Питома трудо-місткість ТО і ПР люд-год/1000 км	Разова трудомісткість за один заїзд по видах робіт, люд-год				
		ТО і ПР	Мий-ка	Прийом ка-видача	Ремонт гальмівної системи	Шино-монтаж
	t_H	$t_{сер}$	$t_{м-пр}$	$t_{пр-в}$	$t_{гал}$	$t_{ко}$
Міська СТО малого класу	2,3	-	0,20	0,20	3,5	3,0

2.2 Визначення річного об'єму робіт дільниці

Середню кількість робітників на одному посту приймаємо

$$P_{сер} = 1,$$

а коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на пости

$$\varphi = 1,3.$$

Рекомендований коефіцієнт використання робочого часу

$$\eta = 0,7.$$

Тоді річний об'єм постових робіт технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів визначимо по формулі

$$T_{пос} = \frac{X_{роб} P_{сер} D_{роб} T_{зм} c \eta}{\varphi} = \frac{5 \cdot 1 \cdot 305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,7}{1,3} = 6569 \text{ люд-год.}$$

Наступним кроком в розробці проєкту дільниці діагностування і ремонту гальмівних систем є визначення частки b_i даного виду робіт в загальному об'ємі робіт технічного обслуговування і поточного ремонту (ТО і ПР), а також частки постових робіт h_i в об'ємі даного виду робіт у відсотках для усіх 5 робочих постів. Результати розрахунку часток кожного з видів робіт представляємо у вигляді табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Приблизний розподіл об'єму робіт по видам і місцю виконання

Види робіт	Частка виду робіт b_i і частка постових робіт h_i	Добуток $b_i \cdot h_i$
Діагностувальні	$b_d = 0,04$ $h_d = 100$	4
ТО у повному обсязі	$b_{TO} = 0,15$ $h_{TO} = 100$	15
Змащувальні	$b_{зм} = 0,03$ $h_{зм} = 100$	3
Регулювання передніх коліс	$b_{рег} = 0,04$ $h_{рег} = 100$	4
Ремонт гальмівних механізмів	$b_{гал} = 0,33$ $h_{гал} = 100$	33

Визначимо частку постових робіт в загальному обсязі робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{15} b_i h_i}{100} = \frac{3 + 4 + 15 + 3 + 4 + 33}{100} = 0,62.$$

Тепер визначимо річний об'єм робіт технічного обслуговування і поточного ремонту на проєктованій ділянці

$$T_{TO-ПР} = \frac{T_{noc}}{B} = \frac{6569}{0,62} = 10595 \text{ люд-год.}$$

Питома нормативна трудомісткість робіт з ТО і ПР для міських станцій обслуговування і ремонту гальмівних систем

$$t_H = 2,3 \text{ люд-год;}$$

коефіцієнт коригування трудомісткості робіт з обслуговування гальмівних систем, що враховує кількість робочих постів, при кількості постів від 5-10

$$K_{\Pi} = 0,9.$$

Коефіцієнт коригування трудомісткості робіт з обслуговування гальмівних систем, що враховує кліматичні умови

$$K_3 = 1,2.$$

В такому випадку питома скорегована трудомісткість робіт

$$t_c = t_H K_{II} K_3 = 2,3 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 2,484 \text{ люд-год}/1000 \text{ км.}$$

Число автомобілів, що обслуговуються на дільниці із заданою кількістю робочих постів, можна визначити по формулі

$$N_{СТО} = \frac{T_{ТО-ПР} \cdot 1000}{L t_c} = \frac{10595 \cdot 1000}{12000 \cdot 2,484} = 311 \text{ шт.}$$

На проєктованій дільниці потрібна організація постів миття автомобілів, як тих, що прибули для проходження робіт обслуговування і ремонту, так і тих, що спеціально заїхали з цією метою. Оскільки прибирально-мийні роботи проводяться перед роботами ТО і ПР, або як самостійний вид послуг з розрахунку 1 заїзд автомобіля на 800 – 1000 км пробігу, то річний об'єм прибирально-мийних робіт міських СТО визначається по формулі

$$\begin{aligned} T_{np-m} &= N_{СТО} dt_{np-m} + \frac{N_{СТО} L t_{np-m}}{1000} = \\ &= 311 \cdot 3 \cdot 0,2 + \frac{311 \cdot 12000 \cdot 0,2}{1000} = 933 \text{ люд-год,} \end{aligned}$$

де $t_{np-m} = 0,2$ люд-год – разова трудомісткість прибирально-мийних робіт.

Окрім робіт з ТО і ПР на дільниці виконуються допоміжні роботи, об'єми яких складають від 20 до 30% загального об'єму робіт з обслуговування і ремонту. Такими роботам є роботи з ремонту і обслуговування технологічного устаткування, оснащення та інструменту різних зон і дільниць, інженерного обладнання, мереж і комунікацій, обслуговування компресорного устаткування. Річний об'єм допоміжних робіт

$$T_{дон} = 0,25 \cdot T_{ТО-ПР} = 0,25 \cdot 10\,595 = 2\,649 \text{ люд-год.}$$

На постах прийомки і видачі автомобілів проводиться визначення

технічного стану, необхідного об'єму і вартості ремонтних робіт. Якщо в процесі діагностування виявляються несправності, то вони усуваються на дільниці за узгодженням з власником автомобіля. У разі неможливості виконання цих робіт (з технічних причин або при відмові власника) оформляється відповідна відмітка. Разову трудомісткість з робіт прийомки і видачі автомобілів приймаємо

$$t_{ПВ} = 0,2 \text{ люд-год},$$

тоді річний об'єм робіт з приймання і видачі автомобілів

$$T_{ПВ} = t_{ПВ} \cdot N_{СТО} \cdot d = 0,2 \cdot 311 \cdot 3 = 186,6 \text{ люд-год}.$$

Якщо об'єм постових або цехових робіт i -го виду менше 2 024 люд-год, то такі роботи можна поєднувати з іншими однорідними постовими або цеховими роботами. Результати розрахунку об'єму робіт та їх закріплення за постами наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Розподіл об'єму робіт по видам і місцю їх виконання

Види робіт	Об'єм робіт					
	Усього		На постах		У цехах	
	доля	люд-г	доля	люд-г	доля	люд-г
Діагностувальні	0,04	423,8	1	423,8	0	-
ТО у повному обсязі	0,15	1589	1	1589	0	-
Змащувальні	0,03	317,8	1	317,8	0	-
Регулювання передніх коліс	0,04	423,8	1	423,8	0	-
Шиномонтажні	0,02	211,9	0,3	63,6	0,7	148,3
Ремонт гальм	0,33	3496,3	1	3496,3	0	-

2.3 Розрахунок кількості працівників дільниці

До виробничих працівників відносяться робітники зон і постів, що безпосередньо виконують роботи з діагностування, обслуговування і ремонту гальмівних систем, причому розрізняють технологічно необхідне і штатне

число робітників. Визначимо сумарне число штатних працівників на постах дільниці, а результати розрахунку представимо у вигляді табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок кількості постових робітників

<i>Вид робіт</i>	<i>На постах</i>			
	<i>T_п</i>	<i>P_т</i>	<i>P_{шп}</i> <i>розрах.</i>	<i>P_{шп}</i> <i>прийняте</i>
	<i>люд-г</i>	<i>люд</i>	<i>люд</i>	<i>люд</i>
Діагностичні	423,8	0,51	0,58	0,6
ТО у повному обсязі	1589	1,92	2,16	2,2
Змащувальні	317,8	0,38	0,43	0,4
Регулювання передніх коліс	423,8	0,51	0,58	0,6
Шиномонтажні	63,6	0,35	0,4	0,4
Ремонт гальм	3496,3	0,38	0,43	0,4
Сумарне число працівників на постах ΣP_{un}				4,6

Остаточно приймаємо число штатних працівників на постах дільниці, що проектується $\Sigma P_{un} = 5$ працівників.

Аналогічний розрахунок виконуємо для визначення кількості штатних працівників, необхідних для виконання цехових робіт, а його результати представимо у вигляді табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахунок кількості робітників у цехах

Вид робіт	ТЦ	P _т	Ф _ш	P _{шц}	P _{шпц}
	люд-г	люд	год	люд	люд
Шиномонтажні	148,3	0,18	1800	0,21	0,3
Сумарне число працівників у цехах ΣP_{uc}					1

Кількість працівників на постах прийомки і видачі автомобілів

знаходимо по формулі

$$\frac{T_{ПВ}}{\Phi_{III}} = \frac{186,6}{1800} = 0,1.$$

Аналогічним чином визначимо кількість допоміжних працівників, використавши обсяг робіт, знайдений у попередньому пункті

$$\frac{T_{дон}}{\Phi_{III}} = \frac{2649}{1800} = 1,47.$$

Інженерно-технічні працівники мають складати 20% від сумарної кількості працівників дільниці, тому їх число

$$P_{ИП} = 0,2 \cdot (5 + 1 + 0,1 + 1,47) = 1,52.$$

Загальна кількість працівників дільниці, що проєктується

$$\sum P = 5 + 1 + 0,1 + 1,47 + 1,52 = 9,09.$$

Остаточно приймаємо

$$P = 10 \text{ працівників.}$$

2.4 Структура і задачі поста діагностування гальмівних механізмів

Основними завданнями діагностування гальмівних механізмів і систем автомобіля є пошук несправностей; визначення працездатності окремих вузлів; перевірка правильності функціонування вузлів (при виконанні регулювань, контролю якості ремонту тощо); прогнозування залишкового ресурсу автомобіля і його вузлів.

Первинним етапом будь-якої діагностики є суб'єктивний контроль, який полягає в з'ясуванні у водія ознак несправностей або особливостей функціонування автомобіля і його систем, у візуальній оцінці працездатності систем і агрегатів автомобіля, а також оцінці їх стану і працездатності прослуховуванням. Суб'єктивний контроль дозволяє з мінімальними витратами виявити несправності за такими зовнішніми ознаками, як шуми і стуки в окремих вузлах, наявність продуктів зносу тощо. Якість

суб'єктивного контролю багато в чому залежить від досвіду і кваліфікації фахівця, що проводить діагностику.

Суб'єктивний контроль дозволяє виявити очевидні несправності, однак для сучасного автомобіля потрібний об'єктивний контроль з використанням інструментальних засобів діагностування. Нормативні значення технічних параметрів є еталонними для вимірюваних параметрів при об'єктивному контролі.

Інструментальні засоби технічного діагностування – апаратура і програмне забезпечення, за допомогою яких здійснюється об'єктивний контроль. На сучасних автомобілях встановлюються вбудовані засоби технічного діагностування, що входять до складу бортових систем автомобіля (вбудовані датчики і контрольні прилади). Вони практично завжди використовуються при виконанні діагностики, але і самі можуть бути її об'єктом.

Сучасні автомобілі обладнані електронними системами, керуючими роботою їх вузлів і контролюючими її. В процесі роботи відбувається постійний обмін даними між системами, порівняння із занесеними в оперативну пам'ять нормативними значеннями (самодіагностика). Збої і несправності, що виникають в роботі вузлів, реєструються цими системами як помилки, фіксуються в пам'яті і система сигналізує про несправність. Аналіз результатів самодіагностики може проводитися за допомогою блінк-кодів і скануванням.

Блінк-коди – генеровані вбудованим устаткуванням автомобіля коди несправності, для індикації яких використовується цифровий дисплей, а по числу і тривалості мигань якого визначається значення кода. Розшифровка коду за допомогою технічної інструкції не становить труднощів.

Сканування вмісту пам'яті самодіагностики виконується за допомогою сканера, що підключається до діагностичного роз'єму. Через індивідуальні особливості бортових систем і засобів їх контролю використовуються сканери, спеціально призначені для роботи з певною моделлю автомобіля.

Останнім часом розроблені і використовуються універсальні системи реєстрації і прочитування даних самодіагностики, для деяких моделей автомобілів можливий запис поточних значень діагностичних параметрів різних електронних систем в русі, що особливо цінно при пошуку несправностей, які проявляються виключно в динаміці.

Аналіз відсканованої інформації дозволяє швидко виявити несправності та оцінити загальний стан контрольованих систем, проте самодіагностика не дозволяє безпосередньо виявляти механічні несправності. У зв'язку з цим досвід і кваліфікація діагностувальника є вирішальним чинником. Нижче наведена номенклатура комплексного діагностичного устаткування дільниці обслуговування гальмівних механізмів:

- прилади глибокого діагностування гальмівних механізмів і систем;
- роликові стенди і прилади для перевірки вузлів встановлення коліс;
- роликові і майданчикові стенди для перевірки гальмівних систем і відведення коліс;
- прилади і стенди для перевірки механізмів, знятих з автомобіля.

Результати діагностичних операцій зводяться в діагностичну карту, в якій зазвичай наводяться вимірювані параметри і нормативні значення. На основі інформації, що міститься в карті, оцінюється технічний стан вузлів і приймається рішення про необхідність виконання ремонтних робіт.

Інформація з діагностичних карт може бути зведена в накопичувальну карту або занесена в базу даних комп'ютера. Аналіз зведеної інформації дозволяє прогнозувати залишковий ресурс вузлів і деталей та якісніше виконувати ремонтно-профілактичні роботи. Одним з останніх досягнень в області діагностування систем автомобіля є зчитування даних з ключа замку запалення, на якому фіксується систем автомобіля. Вбудована діагностика є джерелом інформації для проведення профілактичних і ремонтних робіт.

2.5 Підбір обладнання поста діагностування гальмівних механізмів

Підбір необхідного обладнання для поста діагностування гальмівних систем виконуємо згідно рекомендацій [17] по каталогу технологічного обладнання. Результати вибору представлені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Обладнання поста діагностування гальмівних механізмів

№	Найменування обладнання	Кількість	Розміри в плані, м
1	Стенд діагностики гальмівних механізмів	1	1,8 × 1,2
2	Комп'ютер з програмним забезпеченням	1	0,9 × 0,6
3	Стіл з комп'ютером	1	2,0 × 1,0
4	Стелаж	1	2,0 × 0,7
5	Шафа для комплектуючих стенду	1	1,2 × 0,7
6	Робочий стіл діагностики	1	2,7 × 0,6
7	Комп'ютер	1	0,9 × 0,6
8	Стіл для розбирання-збирання гальмівних механізмів	2	2,3 × 0,7
9	Верстак з тисками	1	3,5 × 1,0
10	Мийка механізмів	1	1,0 × 0,4
11	Стенд для перевірки форми дисків і барабанів	1	2,2 × 0,7
12	Склад	1	3,5 × 3,5

За результатами підбору технологічного обладнання з урахуванням СанНіП пропонується розташування обладнання, представлене на рис. 2.1.

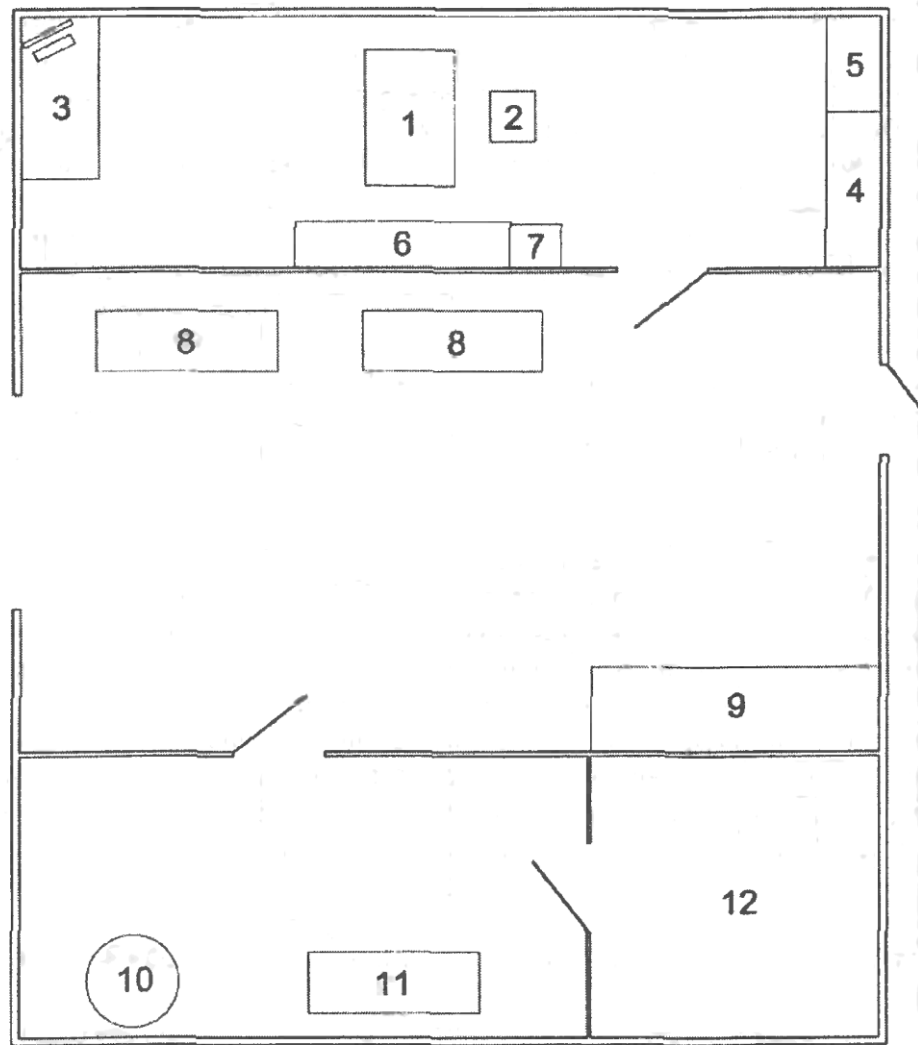


Рисунок 2.1 – Пост діагностики гальмівних механізмів: 1 – стенд діагностики гальмівних механізмів; 2,7 – комп'ютер; 3, 6, 8 – стіл; 4 – стелаж; 5 – шафа для комплектуючих; 9 – верстак; 10 – мийка; 11 – стенд перевірки форми; 12 – склад

2.6 Визначення площі поста діагностування гальмівних механізмів

Визначаємо по табл. 2.6 площу, займану технологічним обладнанням поста діагностування гальмівних механізмів

$$F_{об} = 28,4 \text{ м}^2.$$

Загальну площу поста визначаємо по формулі

$$F_{noc} = k F_{об} = 4,5 \cdot 28,4 = 127,8 \text{ м}^2,$$

де $k = 4,5$ – коефіцієнт щільності встановлення устаткування, прийнятий згідно будівельних норм для підприємств автосервісу.

Згідно розрахунків приймаємо наступні розміри поста:

- довжина приміщення $a = 13$ м;
- ширина приміщення $b = 11$ м;
- висота приміщення $H = 3,75$ м.

З одного боку приміщення проєктуємо вхід для співробітників поста, з іншого слід запланувати ворота для заїзду автомобілів з несправною гальмівною системою (рис. 2.1).

Висновки по розділу 2

В даному розділі наведено теоретичні основи діагностування гальмівних механізмів і систем, проаналізовано сучасні підходи і тенденції при виконанні подібних робіт, визначено базовий перелік необхідного обладнання, на основі якого по каталогу підібране конкретне устаткування. Для авторемонтного підприємства малої потужності побудовано виробничу програму, визначено кількість виробничих та інженерно-технічних працівників, проведено розподіл робіт за місцем їх виконання. Через площу, займану обладнанням, визначено розміри дільниці. З урахуванням санітарних і будівельних норм окремо розраховано розміри поста діагностування гальмівних механізмів: довжина $a = 13$ м; ширина $b = 11$ м; висота приміщення $H = 3,75$ м.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Види стендів і методи дослідження стану гальмівних механізмів

Основним пристроєм, призначеним для контролю стану гальмівної системи автомобіля являється комп'ютерний стенд. На ньому визначається овальність гальмівних барабанів, зусилля на прокручування незагальмованого колеса, поточні і максимальні гальмівні зусилля на кожному з коліс, нерівномірність гальмівних сил, а також зусилля на органах управління робочої і стоянкової гальмівних систем.

Згідно з діючими стандартами застосовують два основні методи діагностування гальмівних систем: дорожній і стендовий. Для них встановлені наступні контрольовані параметри:

- *при проведенні дорожніх випробувань* – гальмівний шлях; стале сповільнення; стійкість при гальмуванні; час спрацьовування гальмівної системи; ухил дороги, на якому повинен нерухомо утримуватися транспортний засіб;

- *при проведенні стендових випробувань* – загальна питома гальмівна сила; коефіцієнт нерівномірності (відносна нерівномірність) гальмівних сил коліс осі; час спрацьовування гальмівної системи; для автопоїзда додатково коефіцієнт сумісності ланок автопоїзда і асинхронність часу спрацьовування гальмівного приводу.

Існує декілька видів стендів і приладів, що використовують різні методи і способи виміру гальмівних якостей: статичні силові, інерційні платформені, інерційні роликові, силові роликові стенди, а також прилади для виміру уповільнення автомобіля при дорожніх випробуваннях.

Статичні силові стенди для діагностування гальм автомобіля є роликовими або платформеними пристроями, призначеними для повертання (зриву) загальмованого колеса і виміру сили, що прикладається при цьому. Такі стенди можуть мати гідравлічний, пневматичний або механічний

привод, вимір гальмівної сили можливий при вивішеному колесі або при його опорі на гладкі бігові барабани. Недоліком статичного способу діагностування гальм є неточність результатів, внаслідок чого не відтворюються умови реального динамічного процесу гальмування.

Принцип дії інерційного платформеного стенду заснований на вимірі сил інерції (поступальних і обертальних рухомих мас), що виникають при гальмуванні автомобіля і прикладених в місцях контакту коліс з динамометричними платформами. Такі стенди іноді використовуються на підприємствах автомобільного сервісу для вхідного контролю гальмівних систем або експрес-діагностування транспортних засобів.

Інерційні роликові стенди складаються з роликів, які можуть мати привод від електродвигуна або від двигуна автомобіля. В останньому випадку ведучі колеса автомобіля приводять в обертання ролики стенду, а від них за допомогою механічної передачі – ведені.

Після установки автомобіля на інерційний стенд колову швидкість коліс доводять до 50...70 км/год і різко гальмують, одночасно роз'єднуючи усі каретки стенду шляхом виключення електромагнітних муфт. При цьому в місцях контакту коліс з роликами (стрічками) стенду виникають сили інерції, що протидіють гальмівним силам. Через деякий час обертання барабанів стенду і коліс автомобіля припиняється. Шляхи, пройдені кожним колесом автомобіля за цей час (або кутове сповільнення барабана), будуть еквівалентні гальмівним шляхам і гальмівним силам.

Гальмівний шлях визначають по частоті обертання роликів стенду, що фіксується лічильником, або за тривалістю їх обертання, вимірюваною секундоміром; сповільнення – кутовим деселероміром.

Метод, що реалізовується інерційним роликовим стендом, утворює умови гальмування автомобіля, максимально наближені до реальних. Але через значну вартість стенду, недостатню безпеку, трудомісткість і великі витрати часу на діагностування стенди такого типу нераціонально

використовувати при проведенні діагностування на підприємствах технічного сервісу і при держтехогляді.

Силові роликові стенди, робота яких полягає у використанні сил зчеплення колеса з роликами, дозволяють вимірювати гальмівні сили в процесі його обертання із швидкістю 2...10 км/год. Така швидкість вибрана внаслідок того, що подальше підвищення швидкості дає незначний приріст інформації про працездатність гальмівної системи. Гальмівну силу кожного колеса вимірюють, загальмовувавши його, обертання коліс здійснюється роликами стенду від електродвигуна. Гальмівні сили визначають за реактивним моментом, що виникає на статорі мотор-редуктра стенду при гальмуванні коліс.

Роликові гальмівні стенди дозволяють отримувати досить точні результати перевірки гальмівних систем. При кожному повторенні випробування вони здатні створити умови (передусім швидкість обертання коліс), абсолютно однакові з попередніми, що забезпечується точним завданням початкової швидкості гальмування зовнішнім приводом. Крім того, при випробуванні на силових роликових гальмівних стендах передбачений вимір так званої «овальності» – оцінка нерівномірності гальмівних сил за один оборот колеса, тобто досліджується уся поверхня гальмування.

При випробуванні на роликових гальмівних стендах, коли зусилля передається зовні (від гальмівного стенду), фізична картина гальмування не порушується. Гальмівна система повинна поглинути енергію, що надходить ззовні, навіть не дивлячись на те, що автомобіль не має кінетичної енергії.

Є ще одна важлива умова – безпека випробувань, найбезпечніші випробування – на силових роликових гальмівних стендах, оскільки кінетична енергія випробовуваного автомобіля на стенді дорівнює нулю. У разі відмови гальмівної системи при дорожніх випробуваннях або на майданчикових гальмівних стендах вірогідність аварійної ситуації дуже висока. Крім того, стандарти на перевірку гальмівних систем обмежують

зусилля на педалі приводу робочого гальма і на органі керування гальмом стоянки. Ця величина з точки зору теорії гальмування визначає зусилля в виконуючих механізмах гальмівної системи, необхідні для гасіння кінетичної енергії автомобіля, що сповільнюється.

Слід зазначити, що по сукупності властивостей саме силові роликові стенди являються найбільш оптимальним рішенням для діагностичних ліній як станцій техобслуговування, так і діагностичних станцій, що проводять державний технічний огляд.

3.2 Нормативні вимоги до гальмівних механізмів і систем, що діагностуються стендовим методом

Засоби вимірів, що застосовуються при перевірці ефективності гальмування і стійкості гальмівних систем, мають бути працездатні і повірені згідно СТБ- 8003. Нормативи ефективності гальмування робочої і аварійної гальмівних систем при стендових випробуваннях, відповідні СТБ 1641-2006, приведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Нормативи ефективності гальмівних систем при стендовому діагностуванні

Категорія транспортного засобу	Тип транспортного засобу	Зусилля на виконавчому органі, Н	Питома гальмівна сила γ_m , в системі, не менше	
			<i>робочій</i>	<i>аварійній</i>
Легкові автомобілі	M ₁	500	0,5	0,25
	M ₂ , M ₃	700	0,5	0,25
Вантажні автомобілі	N ₁	700	0,45	0,43
	N ₂ , N ₃	700	0,20	0,19
Причепи та напівпричепи	O ₁ , O ₂	-	0,40	0,20
	O ₃ , O ₄	-	0,43	0,21

Питому гальмівну силу γ_m розраховують за результатами перевірок гальмівних сил P_m на колесах транспортного засобу окремо для автомобіля і причепа (напівпричепа) по формулі

$$\gamma_z = \frac{\sum P_z}{G}, \quad (3.1)$$

де $\sum P_z$ – сума гальмівних сил на колесах транспортного засобу, Н; G – вага транспортного засобу, Н.

При перевірках ефективності гальмування робочої і аварійної гальмівних систем допускається відносна різниця Δ гальмівних сил коліс осі не більше 30 % (у відсотках від найбільшого значення). При цьому відносну різницю розраховують за результатами перевірок гальмівних сил P_z на колесах транспортного засобу по формулі

$$F = \left| \frac{P_{z \text{ лів}} - P_{z \text{ пр}}}{P_{z \text{ max}}} \right| \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де $P_{z \text{ пр}}$, $P_{z \text{ лів}}$ – максимальні гальмівні сили відповідно на правому та лівому колесах осі транспортного засобу, Н; $P_{z \text{ max}}$ – найбільша з названих гальмівних сил, Н.

Стоянкова гальмівна система транспортних засобів технічно допустимої максимальної маси повинна забезпечувати питому гальмівну силу γ_m не менше 0,16; комбінованих транспортних засобів – не менше 0,12. При цьому зусилля, що прикладається до органу управління системи для приведення її в дію має бути не більше 500 Н для транспортних засобів категорії M_1 і 700 Н – для інших категорій. Для транспортних засобів з ручним керуванням стоянковою гальмівною системою вказані значення повинні складати не більше 400 і 600 Н відповідно. Для гальмівної системи стоянки допускається відносна різниця гальмівних сил коліс осі не більше 50%.

Шини транспортних засобів, що перевіряються на стенді, мають бути чистими, сухими, а тиск в них повинний відповідати нормативному. Тиск перевіряють в повністю холодних шинах з використанням манометрів (ГОСТ

9921-81). Допускається визначення відповідності гальмівних систем транспортних засобів на стендах з вологими шинами, але тільки за показниками блокування коліс на стенді. При цьому шини мають бути рівномірно вологими по усій поверхні по обох бортах транспортного засобу. Блокування стенду повинне відбуватися при досягненні не менше 10% різниці лінійних швидкостей бігових поверхонь шини і роликів стенду в місці їх безпосереднього контакту. При блокуванні коліс осі на стенді за максимальні гальмівні сили приймаються їх значення, досягнуті у момент блокування.

Перевірки на стендах і в дорожніх умовах проводять при працюючому і від'єднаному від трансмісії двигуні, а також відключених приводах додаткових ведучих мостів і розблокованих міжосьових диференціалах (за наявності вказаних агрегатів в конструкції транспортного засобу). Транспортні засоби, що мають жорсткий міжосьовий зв'язок або блокуючий диференціал, що не відключається, перевіряють тільки в дорожніх умовах.

Вимоги до зовнішнього вигляду і технічного стану гальмівної системи:

- гальмівні трубопроводи гальмівної системи транспортного засобу мають бути герметичними, без ушкоджень, слідів корозії, надійно закріплені і не мати не передбачених конструкцією контактів з елементами трансмісії і системи випуску вихлопних газів;

- розташування і довжина гнучких шлангів гальмівної системи повинні забезпечувати герметичність з'єднань і виключати їх ушкодження з урахуванням максимальних деформацій підвіски, кутів повороту коліс транспортного засобу і взаємних переміщень тягача і причепа (напівпричепа). Набрякання шлангів під тиском, ушкодження зовнішнього шару шлангів не допускаються;

- педаль гальма повинна мати протиковзку поверхню, вільно повертатися в початкове положення і при натисканні не повинна мати бічного зміщення. Вільний хід педалі гальма має бути відрегульований відповідно до керівництва по експлуатації транспортного засобу;

– важіль гальмівної системи стоянки не має бути деформованим або перекошеним, він повинен забезпечувати установку в передбачені конструкцією фіксовані положення;

– пристрій фіксації органу управління гальмівною системою стоянки має бути справним;

– тяга механічного гальмівного приводу гальмівної системи стоянки не повинна мати ушкоджень, деформацій, а на тросах управління приводу не повинно бути вузлів і ушкоджень обплетення;

– у гідравлічних гальмівних приводах не допускається підтікання гальмівної рідини в елементах гальмівної системи та їх з'єднаннях, а також зниження її рівня в бачку для гальмівної рідини нижче встановленого мінімального значення, у тому числі і при максимальному натисненні на гальмівну педаль.

Робочі поверхні гальмівних барабанів і дисків мають бути чистими, без тріщин і ушкоджень і мати рівномірний характер зносу. Не допускається знос гальмівних барабанів (дисків) і накладок гальмівних колодок, що перевищують граничні значення, встановлені виготовником в експлуатаційній документації.

3.3 Конструкція стенду для діагностування гальмівних механізмів

Основними компонентами запропонованого стенду (рис. 3.1) є два незалежних комплекти роликів, розміщених в опорно-сприймаючому пристрої, відповідно для лівої і правої сторін автомобіля, силова шафа, стійка, пульт дистанційного керування і силовимірювальний пристрій тиску на гальмівну педаль. Автотранспортний засіб встановлюється на стенд так, щоб колеса осі, що перевіряється, розташовувалися на роликах.

Опорно-сприймаючий пристрій призначений для розміщення опорних роликів і примусового обертання коліс осі автомобіля, що діагностується, а також для формування (за допомогою датчиків гальмівної сили і ваги)

електричних сигналів, пропорційних відповідно до гальмівної сили і частини ваги автомобіля, що приходить на кожне колесо осі, яка діагностується.

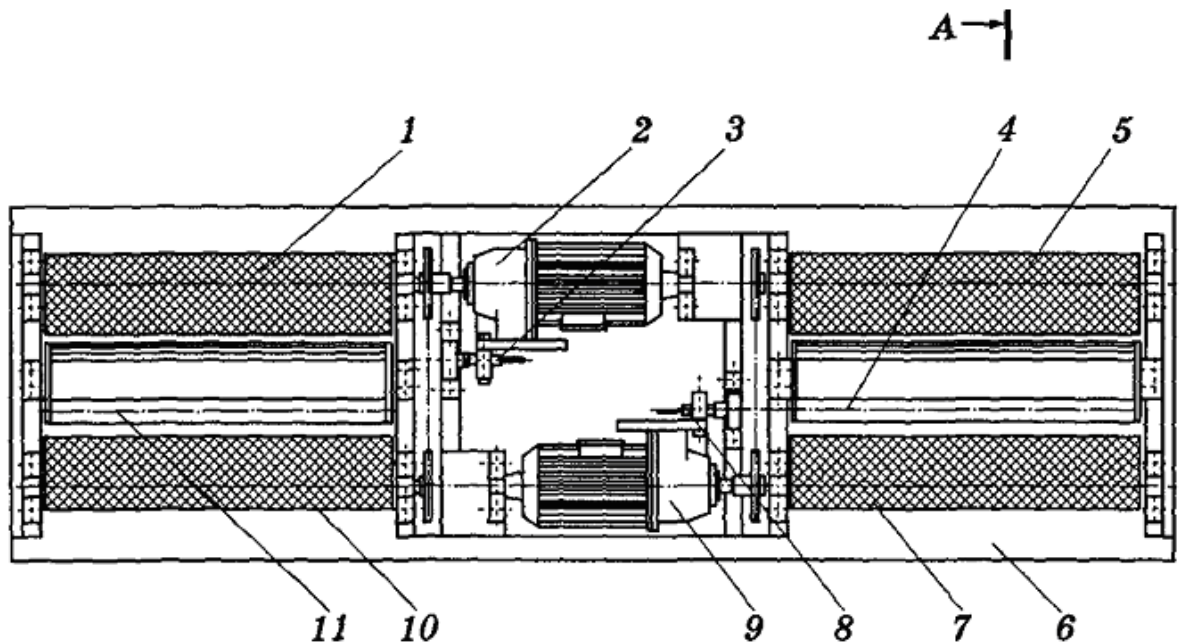


Рисунок 3.1 – Конструкція стенду діагностування гальмівних механізмів: 1, 5, 7, 10 – ролики; 2, 9 – редуктори; 3, 8 – тензометричні датчики; 4, 11 – слідкуючі ролики; 6 – рама; 12 – датчик ваги

Опорно-сприймаючий пристрій (рис. 3.2) складається з рами 6 коробчатого перерізу, в якій на сферичних самоустановних підшипниках розташовано дві пари опорних роликів 1, 10 і 5, 7, зв'язаних (попарно кожна) між собою приводним ланцюгом. Ролики 1 і 7 зв'язані за допомогою «глухих» муфт-зірочок із співісним розташованими редукторами 2 і 9. Кожна пара роликів має автономний привод від електродвигуна потужністю 3 кВт.

Електричний двигун привода вологозахисного виконання приводить ролики до руху і потім підтримує постійну швидкість обертання. Привідні двигуни приводяться в дію за допомогою дистанційного керування, завдяки якому команди на виміри можна подавати з автомобіля або за допомогою інтегрального автоматичного двохпозиційного перемикача.

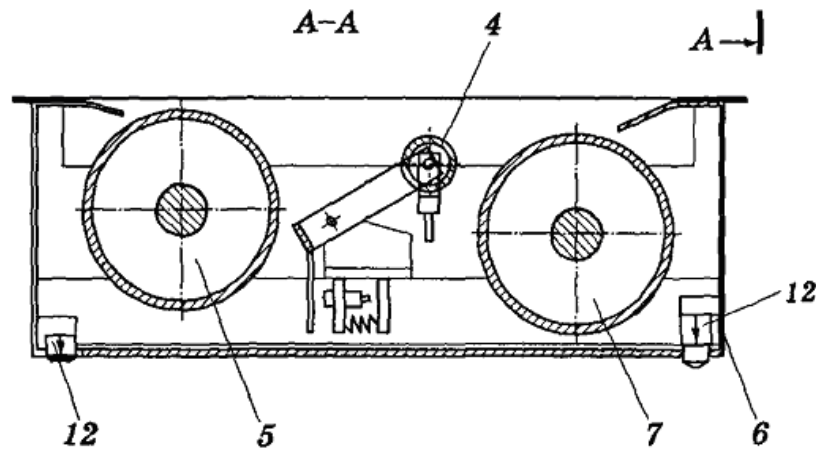


Рисунок 3.2 – Опорно-сприймаючий пристрій: 1 – слідкуючий ролик; 2 – датчик ваги; 3 – рама; 4, 5 – ролик

Гальмівні стенди обладнані спеціальними пристроями, що запобігають пуску роликів агрегатів у разі, коли одне або обидва колеса заблоковано. Таким чином, автомобіль і шини захищені від ушкодження роликами, запуск блокується також у разі натиснення педалі гальма завчасно, занадто високого опору обертанню роликів одного або обох коліс, затиску гальмівних колодок тощо. Силовий роликівий стенд для перевірки гальмівних систем може визначати ряд параметрів:

- за загальними параметрами транспортного засобу і станом гальмівної системи – опір обертанню незагальмованих коліс; нерівномірність гальмівної сили за один оборот колеса; масу, що приходить на колесо; масу, що доводиться на вісь (до 3500 кг); силу опору обертанню незагальмованих коліс;

- *по робочій гальмівній системі* – найбільшу гальмівну силу (до 6 кН); час спрацьовування гальмівної системи; коефіцієнт нерівномірності (відносну нерівномірність) гальмівних сил коліс осі; питому гальмівну силу; зусилля на орган управління;

- *по гальмівній системі стоянки* – найбільшу гальмівну силу; питому гальмівну силу; зусилля на орган управління.

Дані контролю виводяться на дисплей у вигляді цифрової або графічної інформації.

3.4 Принцип дії стенду для діагностування гальмівних механізмів

При в'їзді автомобіля на гальмівний стенд виконується вимірювання ваги, слідкуючі ролики натискаються вниз і передають стенду сигнал про приведення стенду в дію. Для включення гальмівного стенду мають бути натиснуті обидва ролики, далі вони служать для визначення прослизання шини відносно бігових роликів і дають сигнал на відключення приводних редукторів при прослизанні.

Принцип дії стенду заснований на перетворенні тензодатчиками реактивних моментів гальмівних сил, що виникають при гальмуванні коліс автомобіля, а також ваги автомобіля, що діє на роликові агрегати, в аналогові електричні сигнали. Під час гальмування залежно від величини гальмівної сили на балансірно підвішеному редукторі виникає реактивний момент, корпус редуктора при цьому обертається на кут, пропорційний гальмівній силі. Реактивний момент, що виникає при обертанні мотор-редуктора, сприймається тензометричними датчиками, один кінець яких закріплений на лапах редукторів, а інший на рамі. Сигнали з датчиків залежно від реактивних моментів гальмівних сил, що виникають при гальмуванні коліс автомобіля, перетворюються в аналогові електричні сигнали.

Швидкість обертання роликів гальмівного стенду порівнюється із швидкістю обертання слідкуючих роликів, різниця швидкостей обертання визначає величину прослизання. При певному прослизанні стенди автоматично відключають привод роликів гальмівного стенду, що оберігає шини від ушкоджень. При перевірці зазвичай гальмують до тих пір, поки щонайменше один слідкуючий ролик не відмітить перевищення нормативної величини прослизання і не відключить приводні двигуни. При досягненні одним колесом встановленої межі прослизання обидва ролики

відключаються. Максимальне виміряне значення записується як максимальна гальмівна сила.

Ковзання колеса залежить від стану роликів і їх вологості, коефіцієнт тертя сталевих роликів складає близько 0,9 (сухі) і 0,7 (мокрі); базальтових – 0,9 (сухі) і 0,8 (мокрі). Проте максимальне значення гальмівної сили може фіксуватися як при ковзанні колеса, так і без нього. Якщо ковзання не буде досягнуте, то гальмівна сила, отримана при нормативному зусиллі натиснення на педаль, береться за максимальну гальмівну силу.

Для отримання в кожен момент часу значень співвідношень тиску в гальмівному приводі (пневматичному або гідравлічному) до автомобіля можуть бути приєднані дистанційні датчики тиску. Зусилля на прокручування незагальмованого колеса відображується на моніторі або приладовій стійці. Цей параметр характеризує стан підшипників маточин коліс, проміжків між колодками і барабаном (диском), опір в трансмісії.

В процесі діагностування можна також вимірювати овальність гальмівних барабанів (нерівномірність товщини гальмівних дисків). Цей параметр визначається як різниця між максимальним і мінімальним гальмівними зусиллями за один оборот колеса при постійному положенні педалі гальма. Він може використовуватися при пошуку несправностей, з його допомогою можна визначити відхилення гальмівного барабана від кола або биття гальмівного диску.

Висновки по розділу 3

В даному розділі виконано аналіз методів і засобів діагностування гальмівних систем і механізмів легкових автомобілів, наведено вимоги до діагностувального обладнання та до гальмівних механізмів, що досліджуються стендовим методом. На основі аналізу обґрунтовано конструкцію контрольного стенду, наведено принцип його дії, режими та методику діагностування гальмівних механізмів.

Основними компонентами запропонованого контрольного стенду є два незалежних комплекти роликів. Принцип дії даного стенду заснований на перетворенні тензодатчиками реактивних моментів гальмівних сил, що виникають при гальмуванні коліс автомобіля, а також ваги автомобіля, що діє на роликові агрегати, в аналогові електричні сигнали. Використання контрольного стенду в умовах ремонтної дільниці дозволить не тільки підвищити якість виконання діагностувальних робіт, але й скоротити час на їх проведення.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги охорони праці на дільниці діагностування гальмівних механізмів

До діагностування, технічного обслуговування і поточного ремонту гальмівних механізмів автомобілів допускається персонал, що пройшов спеціальне навчання і склав відповідний іспит. Після складання іспиту персонал дільниці отримує посвідчення на право виконання робіт з обслуговування і ремонту гальмівних механізмів легкових автомобілів. Навчання персоналу організовується роботодавцем.

Посадовці, що порушують вказані правила, несуть відповідальність незалежно від того чи привело це порушення до аварії або нещасного випадку і можуть бути притягнуті до дисциплінарної, або іншої відповідальності, передбаченої чинним законодавством, залежно від характеру порушення і тяжкості його наслідків. Про усі аварії і нещасні випадки, пов'язані з використанням зрідженого нафтового газу, а також стисненого повітря адміністрація підприємства (автовласник) зобов'язані негайно повідомляти місцевий орган Держтехнагляду.

Розслідування аварій і нещасних випадків повинне проводитися відповідно до Положення про розслідування і облік нещасних випадків. На основі «Правил з техніки безпеки на автомобільному транспорті» адміністрація підприємства повинна розробити інструкцію з охорони праці для кожної окремої професії (виду робіт) з урахуванням специфіки виробництва, устаткування і затвердити керівництвом підприємства після узгодження з профспілковими організаціями. Технічний персонал дільниці діагностування елементів підвіски автомобілів повинен:

- перевірити перед початком роботи справність інструменту і устаткування, включити вентиляцію;

- виконувати розбиранні і ремонт гальмівних механізмів в спеціально відведених для цього місцях;

- виконувати при включеному двигуні тільки стендові випробування ефективності роботи гальмівних систем і механізмів, усі інші роботи виконувати при непрацюючому двигуні;

- виконувати роботи по зняттю і встановленню деталей гальмівних систем спеціальними інструментами, а не випадковими підручними засобами, усі агрегати знімати тільки після їх охолодження;

- виконувати допоміжні роботи, а також роботи з абразивними матеріалами, що є джерелом іскр, тільки за відсутності палива в баках.

Під час реалізації технологічного процесу на ділянці забороняється:

- виконувати ремонт механізмів гальмівних систем на автомобілі за наявності горючих і легкозаймистих вантажів, а також людей в кузові або кабіні автомобіля;

- запускати двигун в процесі розбирання гальмівних механізмів;

- зливати паливо з баків поза встановленим місцем;

- користуватися нестандартним і несправним інструментом;

- застосовувати додаткові важелі при відкручуванні з'єднань, що не піддаються;

- користуватися замасленими шлангами, скрученими і сплюснутими гумовими трубками.

4.2 Розрахунок освітлення поста діагностування гальмівних механізмів

Для освітлення ділянки діагностування гальмівних механізмів легкових автомобілів планується використовувати два типи освітлення – штучне і природне, причому штучне освітлення має здійснюватися люмінесцентними лампами. Спочатку розраховуємо загальне освітлення поста діагностування гальмівних механізмів методом коефіцієнта

використання світлового потоку, для чого знаходимо індекс приміщення через його габаритні розміри

$$i = \frac{ab}{(H - h) \cdot (a + b)} = \frac{13 \cdot 11}{(3,75 - 0,75) \cdot (13 + 11)} = 1,99;$$

де a і b – відповідно довжина і ширина приміщення поста діагностування гальмівних механізмів, м; $H = 3,75$ м – висота приміщення поста; $h = 0,75$ – висота розташування робочої поверхні.

Далі по табл. 4.1 за допомогою лінійної інтерполяції знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку для даного i

$$\eta(1,99) = 0,37 + \frac{0,48 - 0,37}{1} \cdot 0,99 = 0,479.$$

Таблиця 4.1 – До визначення коефіцієнту використання світлового потоку

Індекс приміщення i	0,5	1	2	3	4	5
Коефіцієнт використання світлового потоку η	0,22	0,37	0,48	0,54	0,59	0,61

Світловий потік визначаємо за формулою

$$F = \frac{EabKZ}{\eta} = \frac{400 \cdot 13 \cdot 11 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{0,479} = 214948 \text{ лм},$$

де $E = 400$ лк – норма освітленості при виконанні діагностувальних робіт; $K = 1,5$ – коефіцієнт запасу для газорозрядних ламп; $Z = 1,2$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення.

Обираємо тип газорозрядної лампи ЛБ-80 зі світловим потоком $F_1 = 5\,220$ лм. Визначаємо кількість ламп, необхідних для освітлення ділянки діагностування амортизаторів по формулі

$$n = \frac{F}{F_1} = \frac{214948}{5220} = 40,1 \text{ лампи}.$$

Для освітлення ділянки остаточно приймаємо $n = 40$ ламп – 4 ряди по 10 ламп в кожному.

4.3 Вимоги техніки безпеки до персоналу дільниці

Перед початком виконання робіт на дільниці ремонту гальмівних механізмів легкових автомобілів необхідно:

- надіти чистий спецодяг і взуття;
- підготувати робоче місце, інструмент, пристосування, устаткування, перевірити їх справність;
- слюсарні молотки повинні мати поверхню бойка злегка опуклу (не косу, і не биту) і міцну на дерев'яні ручки овального перерізу;
- зубила, крейцмейселі, борідки, обтискання, керни не повинні мати збитих або скошених поверхонь із задирами;
- набір гайкових ключів повинен відповідати розмірам болтів і гайок, якщо необхідно мати довгий важіль, слід користуватися лише ключем з довгою ручкою, забороняється нарощувати іншим ключем або трубою.

Під час виконання робіт з ремонту гальмівних механізмів легкових автомобілів необхідно дотримуватися наступних вимог техніки безпеки:

- при роботі на лещатах міцно притискувати педаль, дотримуватися норм безпеки під час встановлення і зняття, аби уникнути її падіння на стіл;
- при вирубуванні металу зубилом необхідно враховувати, в який бік безпечніше для оточуючих спрямувати осколки, що відлітають. Сам працівник має знаходитись в захисних окулярах;
- при роботі на контрольних стендах слюсар зобов'язаний пройти інструктаж у майстра з даного виду робіт; візуально переконатися в справності обладнання, після чого перевірити його на холостому ходу; у випадку виявленні несправності попередити майстра і до усунення несправностей до роботи не приступати. Одноосібно проводити ремонт устаткування заборонено;
- стежити і підтримувати чистоту і порядок на робочому місці, не захаращувати проходи, проїзди, не допускати скупчення запасних частин;

- при перевірці співосності отворів за допомогою конусного калібру при розбірно-складальних операціях, що вимагають значних фізичних зусиль, необхідно застосовувати знімачі і шуруповерти; правильно підбирати розмір ключа, переважно користуватися накидними і торцевими; проводити випресовку пальців, втулок і інших деталей лише за допомогою спеціальних пристосувань; під час роботи розташувати інструмент і пристосування так аби він завжди знаходився під рукою;

- при роботі на випробувальному стенді слюсар зобов'язаний візуально перевірити справність пристосувань, електропроводки, заземлення і пульту керування; вузли і агрегати, що мають пружини, розбирати і збирати лише на спеціальних пристосуваннях; при перевірці працездатності агрегатів на стенді перевірити: заземлення стенду, надійність закріплення агрегатів на стенді, наявність захисних кожухів, ступінь заправки агрегатів відповідною рідиною або стисненим повітрям, надійність кріплення агрегатів, справність і правильне з'єднання електропроводки, перевірити агрегат на холостому ходу;

- при промиванні деталі необхідно дотримуватися наступних вимог: мити деталі лише в закритих ваннах із застосуванням миючих засобів; не застосовувати бензин і інші легкозаймисті рідини, палити лише в спеціально відведених місцях; промаслені ганчірки та інші відходи матеріалів слід негайно прибрати в спеціальні металеві ящики;

- не захарашувати прохід до робочого місця при розробці і збірці вузлів;

- не торкатися механізмів, рубильників і інших приладів, що не мають відношень до виконуваної роботи;

По закінченню роботи технологічний персонал зобов'язаний:

- відключити від електромережі електроустаткування;
- привести в порядок робоче місце, покласти пристосування та інструмент відведене місце;

– якщо автомобіль залишається на спеціальних підставках (козелках), перевірити надійність його кріплення. Забороняється залишати автомобіль чи агрегат підвішеним лише на підйомному механізмі.

– зняти спецодяг і прибрати в призначене для нього місце.

– про всі недоліки, виявлені під час роботи доповісти начальнику відділення.

Висновки по розділу 4

Четвертий розділ присвячено питанням охорони праці і техніки безпеки на ділянці обслуговування і ремонту гальмівних механізмів легкових автомобілів, в ньому розглянуто питання безпечної організації технологічного процесу діагностування автомобільних гальмівних систем. Також систематизовано загальні вимоги техніки безпеки до ремонтного персоналу на робочому місці до початку виконання робіт, під час виконання та по їх завершенні. Для поста діагностування гальмівних механізмів методом використання світлового потоку проведено розрахунок загального штучного освітлення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на тему «Проектування поста діагностування гальмівних механізмів легкових автомобілів з розробкою контрольного стенду» досліджується проблема ефективної організації процесу діагностування, обслуговування та ремонту гальмівних механізмів легкових автомобілів на станції технічного обслуговування.

В першому розділі розглянуто конструкцію гальмівних систем легкових автомобілів, наведено класифікацію, конструкцію та принцип дії гальмівних механізмів, досліджено їх умови роботи та найбільш поширені несправності. Для гальмівних систем і механізмів усіх типів приведено основні заходи з обслуговування та ремонту. Крім того, досліджено методи модернізації обслуговування гальмівних систем, що дозволяють суттєво покращити якість роботи гальмівної системи. В результаті теоретичного аналізу встановлено, що поточний стан гальмівної системи автомобіля напряду впливає на безпеку дорожнього руху, тому організація ефективного діагностування гальмівних механізмів і систем, разом з їх якісним технічним обслуговуванням та ремонтом, є вкрай актуальним прикладним завданням.

В технологічній частині кваліфікаційної роботи виконано технологічний розрахунок дільниці обслуговування і ремонту гальмівних систем легкових автомобілів, визначено виробничу програму дільниці, виконано розрахунок річного об'єму робіт і кількості працівників. Окремо для поста діагностування гальмівних механізмів підібране технологічне обладнання.

В конструкторській частині кваліфікаційної роботи виконано аналіз методів і засобів діагностування гальмівних систем і механізмів легкових автомобілів, наведено вимоги до діагностувального обладнання та до гальмівних механізмів, що досліджуються стендовим методом. На основі аналізу обґрунтовано конструкцію контрольного стенду, наведено принцип його дії, режими та методику діагностування гальмівних механізмів.

Основними компонентами запропонованого контрольного стенду є два незалежних комплекти роликів. Принцип дії даного стенду заснований на перетворенні тензодатчиками реактивних моментів гальмівних сил, що виникають при гальмуванні коліс автомобіля, а також ваги автомобіля, що діє на роликові агрегати, в аналогові електричні сигнали. Використання контрольного стенду в умовах ремонтної дільниці дозволить не тільки підвищити якість виконання діагностувальних робіт, але й скоротити час на їх проведення.

Останній розділ кваліфікаційної роботи присвячено питанням охорони праці і техніки безпеки на дільниці обслуговування і ремонту гальмівних систем легкових автомобілів. В ньому розглянуто питання безпечної організації технологічного процесу діагностування гальмівних механізмів, систематизовано загальні вимоги техніки безпеки до ремонтного персоналу на робочому місці до початку виконання робіт, під час виконання та по їх завершенні. Для поста діагностування гальмівних механізмів методом використання світлового потоку проведено розрахунок загального штучного освітлення.

Таким чином, в процесі виконання даної кваліфікаційної роботи було вирішено усі завдання, поставлені на її початку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аль-Амморі А. Н., Іщенко Р. М., & Малиш М. І. (2025). Рекуперація енергії під час гальмування електромобіля з використанням суперконденсаторів. *Матеріали XIII-ої Міжнародної науково-технічної інтернетконференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 15-17 квітня 2025 року. : збірник наукових праць [Електронний ресурс]* / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. Вінниця: ВНТУ, 2025. (PDF, 415 с.)
2. Андрусенко С. І., Бугайчук О. С. Організація технічної експлуатації автомобілів в Україні за сучасних умов. *Вісник НТУ: Серія «Технічні науки»*. Вип. 1(34). К: НТУ, 2016. С. 12-20.
3. Аргун Щ. В. Рекуперативне гальмування для підвищення ефективності електромобілів / Щ. В. Аргун, А. В. Гнатов, М. С. Лещенко *Новітні технології в автомобілебудуванні, транспорті і при підготовці фахівців: наук.-пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 27–29 жовт. 2021 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. Харків, 2021. С. 342–344.*
4. Бикадорова Н. О., Ключ О. І., Ткаченко В. О. Стислий огляд деяких інновацій в автомобільній галузі. *Матеріали XIII-ої Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 15–17 квітня 2025 року: зб. наук. пр. [Електронний ресурс]* / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та ін.]. Вінниця: ВНТУ, 2025. С. 48–52.
5. Бикадорова Н. О., Колесніков В. О., Бурдун В. В., Балицька В. О. Застосування комп'ютерного моделювання як метод підвищення безпеки на транспорті. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: матеріали XVI Міжнар. наук.-практ. конф., 23–25 жовт. 2023 р., м. Вінниця. Вінниця, 2023. С. 60–62.*
6. Бикадорова Н., Ревякіна О. Наведення деяких особливостей

проведення ремонтних робіт в автомобілях. *Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи: матеріали IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Полтава, 20–21 березня 2025 р.)*. Полтава. ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2025. С. 299–303.

7. Геврик Є. О. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид., виправл. та доп. К.: Ніка-Центр, 2005. 296 с.

8. Голуб Д.В. Підвищення ефективності управління технологічним процесом доставки на основі аналізу статичних та динамічних резервів транспортної системи. Кропивницький: ЦНТУ, 2023. Вип. 7(38). Ч.1 С. 214–221.

9. Дембіцький В. М. Підвищення ефективності систем рекуперативного гальмування: огляд сучасних досліджень. *Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців: наук. пр. IV Міжнар. наук.-практ. конф. до Дня автомобіліста та дорожника, 23–25 жовт. 2023 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т*. Харків, 2023. С. 261–264.

10. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. [Чинний від 2021-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2021. 56 с. (Інформація та документація).

11. Дунаєвський М. В. Методичні настанови до проектування підприємств автомобільного транспорту. *Автодорожник України*, 2006. № 3. С. 52–59.

12. Іванушко О. М. Підвищення ефективності експлуатації автотransпортних засобів шляхом оптимізації періодичності технічного обслуговування: дис... канд. техн. наук: 05.22.20. НТУ, Київ, 2020. 240 с.

13. Коваленко В. М., Щуріхін В. К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.

14. Кравцов О. В., Колесніков В. О. Сучасні стан і тенденція розвитку автомобільного транспорту. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної

конференції «Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД». 26 травня. 2014 р. С. 92-100.

15. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: технологія. Київ : Вища школа, 2007. 527 с.

16. Митко М. В. Удосконалення структури виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту автомобілів. *Вісник Вінницький політехнічний інститут*. 2018. № 6 (141). С. 104– 110. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2018-141-6-104-110>

17. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Наказ МТУ № 102 від 30 березня 1998 р. Київ: МТУ, 1998. 52 с.

18. Сакно О. П., Сакно О. Р., Медведєв Є. П., & Цимбал С. В. (2024). Дослідження впливу зовнішніх факторів на експлуатаційні властивості електромобіля. *Вісник машинобудування та транспорту*, №19(1), С. 131-138.

19. Сахно В. П., Іванушко О. М. Вплив умов експлуатації та системи технічного обслуговування і ремонту на технічний стан автотранспортних засобів. *Вісник НТУ. Серія «Технічні науки»*. Науково-технічний збірник. К.: НТУ, 2017. Вип. 1 (37), С. 363-372.

20. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С. І. Андрусенка. К.: Каравелла, 2009. 368 с.

21. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. Львів : Львівська політехніка, 2017. 324 с.

22. Форнальчик Є. Ю., Олісевич М. С., Мاستикаш О. Л. та ін. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: навч. посіб. Львів: Афіша, 2004. 492 с.